COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JANVIER 1864.

PRÉSIDENCE DE M. MORIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — **M. L. Pasteur** lit un Mémoire ayant pour titre : « *Études sur les vins*. Deuxième partie : *Des altérations spontanées ou maladies des vins, particulièrement dans le Jura* » (1).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un nouveau développement en série des fonctions; par* **M. Hermite**.

« Les fonctions uniformes de plusieurs variables à périodes simultanées par lesquelles M. Weierstrass et M. Riemann ont résolu le problème de l'inversion des intégrales de différentielles algébriques quelconques sont représentées, comme on sait, par le quotient de deux séries telles que

$$\sum e^{-\varphi(x+m,\, y+n,\, z+p,\ldots)},$$

où φ désigne une forme quadratique dont la partie réelle est définie et positive, le signe $\sum$ s'étendant à toutes les valeurs des nombres entiers $m, n, p,\ldots$ de $-\infty$ à $+\infty$. L'élément fondamental de ces nouvelles transcendantes, ainsi donné par l'expression

$$e^{-\varphi(x,\, y,\, z,\ldots)},$$

se présente dans toutes leurs relations analytiques, et acquiert par là une

(1) Ce Mémoire, avec la planche qui l'accompagne, sera publié dans le prochain *Compte rendu* (séance du 18 janvier 1864).

importance dont il est impossible de n'être pas frappé. La théorie des fonctions elliptiques, déjà assez avancée pour donner l'idée de ce qu'on doit attendre de ces transcendantes à plusieurs variables, justifie particulièrement, à l'égard de l'expression e^{-x^2}, ce caractère d'élément essentiel dans l'expression de leurs propriétés, et qu'on ne peut, en quelque sorte, perdre de vue dans les recherches auxquelles elles conduisent. C'est ce qui m'a amené à cette remarque, que les exponentielles e^{-x^2} et $e^{-\varphi(x, y, z, \ldots)}$ donnent naissance, comme le radical

$$(1 - 2\alpha x + \alpha^2)^{-\frac{1}{2}}$$

et l'expression

$$\left[1 - 2\alpha\left(xy + \cos\theta\sqrt{1-x^2}\sqrt{1-y^2}\right) + \alpha^2\right]^{-\frac{1}{2}},$$

qui joue le principal rôle dans plusieurs des plus importantes questions de la *Mécanique céleste*, à un système de polynômes entiers, pouvant servir au développement des fonctions d'un nombre quelconque de variables. Mais, tandis que les fonctions de Legendre et de Laplace conduisent à des développements où les variables sont renfermées entre les limites -1 et $+1$, il sera nécessaire ici d'embrasser toute l'étendue des valeurs réelles de $-\infty$ à $+\infty$; on verra, du reste, entre les propriétés d'expressions d'origine si différente, l'analogie la plus complète. Je commencerai, afin de la mettre dans tout son jour, par le cas des fonctions d'une seule variable et des polynômes semblables à X_n qui se tirent de l'exponentielle e^{-x^2}.

I.

» Désignons par $e^{-x^2}U_n$ la dérivée d'ordre n de e^{-x^2}, de sorte qu'on ait successivement

$$\begin{aligned}
U_0 &= 1,\\
U_1 &= -2x,\\
U_2 &= 4x^3 - 2x,\\
U_3 &= -8x^3 + 24x,\\
U_4 &= 16x^4 - 48x^2 + 12,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

et, en général,

$$(-1)^n U_n = (2x)^n - \frac{n(n-1)}{1}(2x)^{n-2} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2}(2x)^{n-4}$$
$$- \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)(n-5)}{1.2.3}(2x)^{n-6} + \ldots,$$

ou, sous une autre forme,

$$\frac{(-1)^{\frac{1}{2}n}\,U_n}{n(n-1)\ldots\left(\frac{n}{2}+1\right)} = 1 - nx^2 - \frac{n(n-2)}{1.2.3.4}\,2^2x^4 - \frac{n(n-2)(n-4)}{1.2.3.4.5.6}\,2^3x^6$$
$$+ \frac{n(n-2)(n-4)(n-6)}{1.2.3.4.5.6.7.8}\,2^4x^8 - \ldots,$$

quand n est pair, et

$$\frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}\,U_n}{n(n-1)\ldots\left(\frac{n+1}{2}\right)} = x - \frac{n-1}{1.2.3}\,2x^3 + \frac{(n-1)(n-3)}{1.2.3.4.5}\,2^2x^5$$
$$- \frac{(n-1)(n-3)(n-5)}{1.2.3.4.5.6.7}\,2^3x^7 + \ldots,$$

quand n est impair.

» Cela posé, on démontrera aisément les propositions suivantes.

» **1.** Trois polynômes consécutifs U_{n+1}, U_n, U_{n-1} sont liés par la relation

$$U_{n+1} + 2x\,U_n + 2n\,U_{n-1} = 0;$$

et, par suite, peuvent être considérés comme les réduites successives de la fraction continue

$$-\cfrac{1}{2x-\cfrac{2}{2x-\cfrac{4}{2x-\cfrac{6}{2x-\ldots}}}}$$

On a de plus

$$\frac{dU_n}{dx} = -2n\,U_{n-1},$$

et l'on en conclut l'équation du second ordre

$$\frac{d^2U_n}{dx^2} - 2x\frac{dU_n}{dx} + 2n\,U_n = 0.$$

» **2.** L'équation $U_n = 0$ a toutes ses racines réelles; ces racines sont en valeur absolue comprises entre les limites $\frac{1}{\sqrt{n}}$ et $\sqrt{\frac{n^2-n}{2}}$.

» **3.** L'intégrale $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2}\,U_n\,dx$ est nulle, quel que soit n, sauf $n = 0$,

et la suivante $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} U_n U_{n'} dx$ est nulle quand n est différent de n'. Pour $n = n'$, on a

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} U_n^2 dx = 2.4.6\ldots 2n.\sqrt{\pi}.$$

» 4. Tout polynôme entier $F(x)$ du degré n peut être exprimé ainsi :

$$F(x) = A_0 U_0 + A_1 U_1 + \ldots + A_n U_n,$$

les quantités A_0, A_1, etc., étant des constantes. Il suffit, en effet, de remarquer qu'on a pour une puissance quelconque

$$(-2x)^n = U_n + \frac{n(n-1)}{1} U_{n-2} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2} U_{n-4}$$
$$+ \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)(n-5)}{1.2.3} U_{n-6} + \ldots,$$

et en général il en est de même de toute fonction $F(x)$ en prenant

$$A_n = \frac{1}{2.4.6\ldots 2n.\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} U_n F(x)\, dx.$$

» Un des caractères de ces développements consistera en ce qu'ils gardent la même forme après la différentiation et l'intégration ; on a en effet

$$F(x) = \sum A_n U_n,$$
$$F'(x) = -2\sum (n+1) A_{n+1} U_n,$$
$$\int F(x)dx = -\frac{1}{2}\sum \frac{A_{n-1}}{n} U_n.$$

» 5. En particulier, on obtiendra

$$2\cos\omega x = e^{-\omega^2}\left(U_0 - \frac{\omega^2}{1.2} U_2 + \frac{\omega^4}{1.2.3.4} U_4 - \ldots\right)$$
$$2\sin\omega x = -e^{-\omega^2}\left(\frac{\omega}{1} U_1 - \frac{\omega^3}{1.2.3} U_3 + \frac{\omega^5}{1.2.3.4.5} U_5 - \ldots\right).$$

» Ces divers résultats se retrouveront d'ailleurs à l'égard des fonctions plus générales qu'on tirerait des dérivées successives de l'expression e^{-ax^2}, que j'ai reconnu indispensable d'employer dans certaines circonstances. Sans m'y arrêter en ce moment, j'arrive aux polynômes analogues à U_n, et qui renferment un nombre quelconque de variables (*).

(*) En posant $x = 2\cos\varphi$, les quantités $V_n = 2\cos n\varphi$, $U_n = \dfrac{\sin\left(n+\frac{1}{2}\right)\varphi}{\sin\frac{1}{2}\varphi}$ seront aussi

II.

» Soit $\varphi(x, y, z, \ldots)$ une forme quadratique à μ variables $x, y, z, \ldots$, et dont la partie réelle soit définie et positive : désignons par $\psi(x, y, z, \ldots)$ le contre-variant quadratique ou forme adjointe de Gauss, et par δ l'invariant. Nous considérerons deux systèmes de polynômes rationnels et entiers en $x, y, z, \ldots$ qui seront définis de la manière suivante.

» Développons, en premier lieu, suivant les puissances des accroissements $h, h_1, h_2, \ldots$, l'exponentielle

$$e^{-\varphi(x+h,\, y+h_1,\, z+h_2, \ldots)},$$

et en remplaçant, pour abréger, le produit $1.2.3\ldots n$ par (n), posons l'égalité

$$e^{-\varphi(x+h,\, y+h_1,\, z+h_2, \ldots)} = e^{-\varphi(x, y, z, \ldots)} \sum \frac{h^n h_1^{n'} h_2^{n''} \ldots}{(n)(n')(n'')\ldots} \mathrm{U}_{n, n', n'', \ldots};$$

les quantités $\mathrm{U}_{n, n', n'', \ldots}$ rationnelles et entières en $x, y, z, \ldots$ et d'un degré égal à $n + n' + n'' + \ldots$, formeront le premier système.

» Le second s'en déduira par une substitution linéaire effectuée sur les accroissements $h, h_1, h_2, \ldots$; en introduisant le polynôme $\psi(k, k_1, k_2, \ldots)$,

---

des polynômes du degré n en x, tels que les intégrales

$$\int_{-2}^{+2} \mathrm{V}_n \mathrm{V}_{n'} \frac{dx}{\sqrt{4 - x^2}} \quad \text{et} \quad \int_{-2}^{+2} \mathrm{U}_n \mathrm{U}_{n'} \sqrt{\frac{2 - x}{2 + x}}\, dx$$

seront nulles ou égales à 2π suivant que n est différent de n' ou lui est égal. Ces polynômes satisfont aux équations différentielles

$$(x^2 - 4)\frac{d^2\mathrm{V}_n}{dx^2} + x\frac{d\mathrm{V}_n}{dx} - n^2\mathrm{V}_n = 0, \quad (x^2 - 4)\frac{d^2\mathrm{U}_n}{dx^2} + 2(x + 1)\frac{d\mathrm{U}_n}{dx} - n(n+1)\mathrm{U}_n = 0,$$

données dans l'*Algèbre supérieure* de M. Serret. On peut également les considérer comme les dénominateurs des réduites successives des fractions continues suivantes :

$$\frac{2}{\sqrt{x^2 - 4}} = \cfrac{2}{x - \cfrac{2}{x - \cfrac{1}{x - \cfrac{1}{x - \cdot}}}} \quad \text{et} \quad \sqrt{\frac{x - 2}{x + 2}} = 1 - \cfrac{2}{x + 1 - \cfrac{1}{x - \cfrac{1}{x - \cdot}}}$$

Je n'ai pas besoin enfin de rappeler les polynômes $\mathrm{P}_l^{(n)}$ de M. Lamé dont les propriétés ont été exposées avec tant de simplicité et d'élégance par l'illustre géomètre, dans son ouvrage sur les fonctions inverses des transcendantes et les surfaces isothermes.

nous ferons

$$h = \frac{d\psi}{dk}, \quad h_1 = \frac{d\psi}{dk_1}, \quad h_2 = \frac{d\psi}{dk_2}, \ldots,$$

et ils seront définis par le développement suivant les puissances de k, k_1, $k_2, \ldots$ de l'expression

$$e^{-\varphi\left(x+\frac{d\psi}{dk},\ y+\frac{d\psi}{dk_1},\ z+\frac{d\psi}{dk_2}, \ldots\right)}.$$

Nous les désignerons par $V_{n, n', n'', \ldots}$, en posant, comme tout à l'heure,

$$e^{-\varphi\left(x+\frac{d\psi}{dk},\ y+\frac{d\psi}{dk_1},\ z+\frac{d\psi}{dk_2}, \ldots\right)} = e^{-\varphi(x, y, z, \ldots)} \sum \frac{k^n k_1^{n'} k_2^{n''} \ldots}{(n)(n')(n'')\ldots} V_{n, n', n'', \ldots}.$$

» Voici maintenant comment s'obtient leur propriété caractéristique. Soit, pour un instant,

$$\Phi(x, y, z, \ldots) = \varphi(x+h, y+h_1, z+h_2, \ldots) + \varphi\left(x + \frac{d\psi}{dk},\ y + \frac{d\psi}{dk_1},\ z + \frac{d\psi}{dk_2}, \ldots\right) - \varphi(x, y, z, \ldots),$$

on aura, d'après les équations mêmes de définition,

$$e^{-\Phi(x, y, z, \ldots)} = e^{-\varphi(x, y, z, \ldots)} \sum \frac{h^n h_1^{n'} h_2^{n''} \ldots}{(n)(n')(n'')\ldots} U_{n, n', n'', \ldots} \times \sum \frac{k^n k_1^{n'} k_2^{n''} \ldots}{(n)(n')(n'')\ldots} V_{n, n', n'', \ldots}.$$

» Multiplions par dx, dy, $dz, \ldots$, les deux membres, et intégrons μ fois entre les limites $-\infty$ et $+\infty$; l'expression

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \ldots e^{-\Phi(x, y, z, \ldots)} dx\, dy\, dz \ldots$$

nous conduira au résultat par une transformation bien simple.

» Posons, en effet,

$$x = \xi - h - \frac{d\psi}{dk},$$

$$y = \eta - h_1 - \frac{d\psi}{dk_1},$$

$$z = \zeta - h_2 - \frac{d\psi}{dk_2},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

les limites des variables $\xi, \eta, \zeta, \ldots$, seront toujours $-\infty$ et $+\infty$, et on vérifiera sans peine que

$$\Phi(x, y, z, \ldots) = \varphi(\xi, \eta, \zeta, \ldots) - \left(\frac{d\varphi}{dh}\frac{d\psi}{dk} + \frac{d\varphi}{dh_1}\frac{d\psi}{dk_1} + \frac{d\varphi}{dh_2}\frac{d\psi}{dk_2} + \ldots\right).$$

L'intégrale cherchée est ainsi ramenée à celle-ci :

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\ldots e^{-\varphi(\xi, \eta, \zeta, \ldots)}\, d\xi\, d\eta\, d\zeta \ldots = \sqrt{\frac{\pi^\mu}{\delta}}.$$

Mais de plus, et d'après la nature du polynôme adjoint $\psi(k, k_1, k_2, \ldots)$, on a l'identité

$$\frac{d\varphi}{dh}\frac{d\psi}{dk} + \frac{d\varphi}{dh_1}\frac{d\psi}{dk_1} + \frac{d\varphi}{dh_2}\frac{d\psi}{dk_2} + \ldots = 4\delta(hk + h_1k_1 + h_2k_2 + \ldots),$$

de sorte que nous parvenons à la relation fondamentale

$$\sqrt{\frac{\pi^\mu}{\delta}}\, e^{4\delta(hk + h_1k_1 + h_2k_2 + \ldots)} = \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\ldots dx\, dy\, dz \ldots e^{-\varphi(x, y, z, \ldots)}$$
$$\times \sum \frac{h^n h_1^{n'} h_2^{n''}\ldots}{(n)(n')(n'')\ldots} U_{n, n', n'', \ldots} \times \sum \frac{k^n k_1^{n'} k_2^{n''}\ldots}{(n)(n')(n'')\ldots} V_{n, n', n'', \ldots}.$$

Il en résulte immédiatement cette conséquence, que l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\ldots e^{-\varphi(x, y, z, \ldots)} U_{n, n', n'', \ldots} V_{m, m', m'', \ldots}\, dx\, dy\, dz \ldots$$

s'évanouit, si aucune des différences $n - m$, $n' - m'$, $n'' - m''$, ..., n'est nulle, tandis qu'en supposant $n = m$, $n' = m'$, $n'' = m''$, ..., on a

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\ldots e^{-\varphi(x, y, z, \ldots)} U_{n, n', n'', \ldots} V_{n, n', n'', \ldots}\, dx\, dy\, dz \ldots$$
$$= \sqrt{\frac{\pi^\mu}{\delta}}\,(n)(n')(n'')\ldots(4\delta)^{n+n'+n''+\ldots}.$$

Cette proposition peut servir de base, comme on voit, à l'étude du développement d'une fonction $F(x, y, z, \ldots)$ sous cette double forme

$$F(x, y, z, \ldots) = \sum A_{n, n', n'', \ldots} U_{n, n', n'', \ldots} = \sum B_{n, n', n'', \ldots} V_{n, n', n'', \ldots},$$

les coefficients étant ainsi déterminés :

$$A_{n,n',n'',\ldots} = \frac{1}{(n)(n')(n'')\ldots}\sqrt{\frac{\delta}{\pi^\mu}}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\ldots e^{-\varphi(x,y,z,\ldots)}$$
$$\times V_{n,n',n'',\ldots} F(x,y,z,\ldots)\,dx\,dy\,dz\ldots,$$

$$B_{n,n',n'',\ldots} = \frac{1}{(n)(n')(n'')\ldots}\sqrt{\frac{\delta}{\pi^\mu}}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\ldots e^{-\varphi(x,y,z,\ldots)}$$
$$\times U_{n,n',n'',\ldots} F(x,y,z,\ldots)\,dx\,dy\,dz\ldots.$$

Mais la recherche des propriétés des polynômes U et V doit naturellement précéder cette question; dans une autre occasion, j'essayerai d'y revenir. »

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la généralité de la loi du contraste simultané; Réponse de* **M. Chevreul** *aux observations de* M. Plateau, *insérées dans le* Compte rendu *de la séance du* 21 *décembre* 1863.

» M. Plateau a dit dans un Mémoire :

« Tous les physiciens qui se sont occupés des phénomènes *subjectifs* de » la vision connaissent la loi du contraste simultané des couleurs, si par» faitement établie par M. Chevreul. (1er alinéa.)

» *Un cas échappe à cette loi*, c'est lorsqu'on regarde d'une *distance suffi*» *sante* une bande colorée, très-étroite, sur un fond d'une autre couleur : » alors, au lieu de paraître modifiée par la complémentaire du fond, con» formément à la loi du contraste, *elle semble au contraire combinée avec la* » *couleur de ce même fond.* » (2e alinéa.)

Enfin M. Plateau termine une réponse à mes observations sur son Mémoire par l'alinéa suivant (*Compte rendu* de la séance du 21 décembre 1863, p. 1032) :

... « Du reste, rien n'a été plus loin de ma pensée que de *chercher à* » *infirmer la loi du contraste simultané des couleurs : cette loi, M. Chevreul l'a* » *fondée sur des expériences nombreuses et incontestables*. Dans mon opinion, » le phénomène dont je me suis occupé, au lieu de porter atteinte à la loi » de M. Chevreul, est, au contraire, intimement lié aux effets régis par » cette loi, c'est-à-dire qu'il les accompagne constamment; lorsque deux » espaces différemment colorés et suffisamment étendus sont juxtaposés, » il y a, selon moi, pour l'œil qui observe l'ensemble, un prolongement » de chacune des deux teintes au delà de la ligne du contact, prolonge» ment qui se mêle avec l'autre teinte, et dont l'intensité s'affaiblit suivant

» une progression très-rapide à partir de cette ligne de contact, jusqu'à une » distance très-petite, au delà de laquelle apparaît pleinement le phéno- » mène du contraste. »

» Il me suffit que M. Plateau reconnaisse, dans sa réponse à mes observations, qu'il n'a point eu la pensée *de chercher à infirmer la loi du contraste simultané des couleurs*, et qu'il ajoute : *cette loi, M. Chevreul l'a fondée sur des expériences nombreuses et incontestables*, pour que je n'ajoute rien à ce que j'ai dit déjà de l'intervention du *principe du mélange des couleurs* dans les expériences de M. Plateau.

» Lorsque je publiai, en 1828, mon Mémoire sur la *vision de deux couleurs juxtaposées*, et que je formulai la loi du *contraste simultané* en insistant sur la différence qu'elle présente d'avec la loi du *contraste successif*, que le P. Scherffer avait étudiée dès 1754, je donnai un assez grand nombre d'applications de cette loi aux beaux-arts, à la jardinique et à l'industrie. Je ne cessai pas depuis 1828, jusqu'à la publication, en 1839, de mon livre *De la Loi du contraste simultané des couleurs*, d'étudier les contrastes au point de vue de la science abstraite et de la science appliquée.

» Mais dans ces publications je me suis abstenu, avec *réflexion*, de publier aucune explication plus ou moins contestable, à mon sens, de la cause de ces phénomènes, cause qui est certainement à la fois *physiologique* et *psychique* (qu'on me passe cette dernière expression).

» Il ne faut pas oublier que, dans l'origine, l'*Étude du contraste des couleurs*, loin d'avoir été spontanée de ma part, a été une nécessité de mes recherches sur la teinture. C'est donc surtout au point de vue de l'application qu'elle a été entreprise et donnée au public par la voie de l'impression et par des leçons orales. Mais la cause ne m'en a pas moins préoccupé, et c'est après avoir acquis la conviction de la difficulté d'arriver à une conclusion positive, que j'ai ajourné toute publication sur cet objet; du reste, je pense que la distinction des deux principes contraires, la *loi du contraste des couleurs* et la *loi de leurs mélanges*, suffit pour éclairer l'application. C'est dire, en restant constamment dans le positif, que loin d'entrer aujourd'hui en discussion avec M. Plateau sur la *théorie des causes*, je m'en abstiendrai et j'encouragerai de grand cœur un homme de son mérite à aller aussi loin que possible dans cette recherche si difficile des causes.

» Une discussion serait d'ailleurs loin d'être facile dans l'état actuel des choses, car nous ne pourrions nous entendre qu'après être convenus du

sens de certains mots. Ainsi, M. Plateau fait un grand usage du mot *subjectif*, emprunté à la philosophie de Kant, et l'usage de ce mot donne lieu à de grandes difficultés dans les sciences quand on admet : 1° ma manière d'envisager la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale ;* 2° *ma définition du mot* FAIT ; 3° ma disposition des sciences physiques et naturelles *en deux séries, celle du concret et celle de l'abstrait ;* 4° la manière dont je prescris *l'usage de l'analyse et de la synthèse* dans l'étude de ces sciences ; 5° la distinction des propriétés de la matière en *propriétés physiques*, en *propriétés chimiques* et en *propriétés organoleptiques*.

» En outre, lorsque je lis dans la réponse de M. Plateau la phrase suivante : « le *contraste de ton* ou *d'éclat,* » je suis autorisé à croire qu'il n'envisage pas le *contraste de ton* ainsi que je l'ai défini ; j'ignore s'il considère le *contraste de ton* comme le même que le *contraste d'éclat,* ou s'il le considère comme en étant différent. Dans cette incertitude, une discussion exigerait que je connusse avant tout sa manière de penser relativement à ce que j'ai dénommé le *nitens* dans l'épilogue de l'ouvrage intitulé : *Exposé d'un moyen de définir et de nommer les couleurs* (p. 911) (1).

» Je regrette bien vivement d'avoir été dans l'impossibilité jusqu'à présent de construire, pour un grand établissement public, en matériaux indestructibles à l'air lumineux, au moins mon *premier cercle chromatique,* composé de 72 gammes, formées chacune de vingt *tons,* depuis le blanc, pris pour zéro, jusqu'au noir, pris pour le 21e ton. Avec ce cercle et seulement les dixièmes tons de 9 gammes rabattues appartenant aux 2e, 3e, 4e, 5e, 6e, 7e, 8e et 9e cercles chromatiques représentant les couleurs du 1er cercle ternies par $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$, $\frac{4}{10}$, $\frac{5}{10}$, $\frac{6}{10}$, $\frac{7}{10}$, $\frac{8}{10}$, $\frac{9}{10}$ de noir, l'œil saisit toutes les modifications des couleurs au triple point de vue de la *gamme,* du *ton* et du *rabat,* et l'esprit conçoit alors comment il est possible de noter *les couleurs* à l'instar des *sons*.

» Enfin, une fois que l'on est familiarisé avec cette manière de se représenter les couleurs, il est possible, en sortant du vague où se trouvent les personnes qui ne la connaissent pas, de se rendre compte d'effets de vision de couleurs, sur lesquels il serait difficile de s'entendre sans cette connaissance.

» Les effets auxquels je fais allusion portent principalement sur la *visibilité* d'une même couleur à des distances diverses, en ayant égard d'abord

(1) XXXIIIe volume des *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France*.

à la gamme à laquelle elle appartient, à son ton, et à ce qu'elle est franche ou rabattue, ensuite à ce qu'elle paraît quand elle est juxtaposée avec une autre couleur, et cela dans le cas où la vision des deux couleurs est distincte, et dans le cas contraire où la perception rentre dans le principe du mélange. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Disposition permettant aux locomotives l'ascension de fortes pentes : Réclamation de priorité ; par* **M. Séguier.**

« En ce moment des expériences sont publiquement répétées en Angleterre, entre Cromfort et High-Peak, près de Manchester, pour démontrer la possibilité de l'ascension des locomotives sur les pentes ardues des montagnes.

» Une machine construite dans les conditions de la plus grande légèreté et du poids de 15 tonnes seulement gravit un plan incliné de 5 centimètres pour mètre, traînant à sa suite une masse deux fois plus lourde qu'elle, c'est-à-dire de 30 tonnes.

» M. J.-B. Tell, qui a institué ces expériences, propose d'établir entre la France et l'Italie, sur la route même exécutée par les ordres de Napoléon Ier, entre Saint-Michel en Savoie et Suse en Piémont, une voie ferrée dont la réalisation dotera les deux pays des bienfaits de la locomotion rapide six ans plus tôt, espère-t-il, que par le tunnel creusé sous le mont Cenis.

» Les hommes spéciaux de la Grande-Bretagne sont préoccupés de ces essais; certains d'entre eux n'hésitent pas à proclamer la locomotive de M. Tell, à roues horizontales prenant par laminage point d'appui sur un troisième rail fixé solidement au milieu de la voie, comme un des plus réels progrès obtenus dans l'exécution des chemins de montagne.

» Nous sera-t-il permis de réclamer devant vous pour la France le mérite de priorité d'un tel système ?

» Si vous voulez bien, Messieurs, consulter vos souvenirs, votre mémoire vous rappellera que dans la séance du 18 décembre 1843, nous avions l'honneur de vous dire que, suivant nous, un notable perfectionnement dans le mode de progression des machines locomotives consisterait à ne plus chercher la cause du cheminement dans la simple adhérence des roues motrices sur les rails par suite du poids seul de la machine, mais bien à trouver la force de traction dans l'effort de roues installées horizontalement, énergiquement rapprochées contre un troisième rail solidement fixé au milieu de la voie, ces roues agissant contre le rail à la façon d'un rouleau de laminoir.

» Nous vous donnions ainsi clairement l'indication du principe mis en ce moment en expérience pratique en Angleterre.

» Vous vous souviendrez encore que, le 13 juillet 1846, nous placions sous vos yeux des modèles démontrant matériellement comment, par la combinaison de trois organes mécaniques depuis longtemps employés par l'industrie, se trouvait résolu le problème de traction en dehors du poids de la locomotive.

» Nous vous disions : Combinez deux rouleaux de laminoir avec une pince de banc à étirer, réunissez les bras de cette pince par un double levier funiculaire, et vous aurez construit une locomotive qui puisera sa cause d'adhérence dans la résistance même de son convoi, et vous aurez réalisé un moteur qui exercera sa puissance sous le minimum de frottement, puisque celui de tous les organes indispensables pour créer l'adhérence sera incessamment mis en rapport avec la résistance à vaincre, le stratagème de cette disposition mécanique permettant de puiser dans la résistance même du convoi la raison du rapprochement des roues motrices contre le rail central.

» Nous vous montrions encore comment, en insérant le rail central entre les deux mâchoires d'une espèce d'étau, nous trouvions à la descente une sécurité absolue d'enrayage que les freins ordinaires seraient incapables de donner sur de fortes pentes.

» Pour ceux d'entre vous, Messieurs, qui n'assistaient pas à ces séances déjà si éloignées de nous, qu'il nous soit permis de placer une seconde fois nos vieux modèles sur le parquet de l'Académie; leur état de vétusté prouve qu'ils n'ont pas été improvisés pour le besoin de la présente réclamation de priorité.

» Nous avons la satisfaction de pouvoir affirmer qu'il n'a pas dépendu de la haute bienveillance de l'Empereur pour tout progrès utile, que le système actuellement en essai en Angleterre ne soit déjà exécuté en France. »

M. Eudes-Deslongchamps fait hommage à l'Académie de la première partie d'un grand travail *sur les Téléosaures de l'époque jurassique du département du Calvados*.

Ce premier Mémoire, qui est accompagné de fort belles planches coloriées, contient l'exposé des caractères généraux des Téléosauriens comparés à ceux des Crocodiliens, et la description particulière des espèces du lias supérieur.

« Je me suis déterminé enfin, dit l'auteur dans son introduction, à

mettre en œuvre les nombreux matériaux que depuis plus de quarante ans j'ai rassemblés de toutes parts sur les animaux fossiles dont une faible part est déjà connue sous les noms de *Crocodiles* de *Caen* et d'*Honfleur*. La plus grande partie de ces matériaux provient des carrières des environs de Caen : Allemagne, Quilly, la Maladrerie, etc. Le nombre des ossements extraits de ces carrières est prodigieux ; plusieurs spécimens, presque entiers, y ont été trouvés et me serviront de types ou *criterium* pour distinguer les espèces et rapporter à chacune d'elles des pièces moins complètes ou des ossements isolés. On sait que l'un des plus grands embarras qu'éprouvent les paléontologistes, dans l'étude des Vertébrés fossiles, naît de l'impossibilité où ils sont souvent de rapporter à telle espèce plutôt qu'à telle autre les os trouvés isolément. C'est donc une bonne fortune que ces types, et, sous ce rapport, d'heureux hasards ont beaucoup favorisé mes recherches; j'ai pu faire de pareilles comparaisons pour presque toutes les espèces décrites dans cet ouvrage. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *De l'unité de force électromotrice dans l'unité de résistance; par* **M. F. Raoult.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Pouillet, Fizeau, Edm. Becquerel.)

« Notre unité de force électromotrice est la force électromotrice d'un élément Daniell : *cuivre, sulfate de cuivre — zinc, sulfate de zinc.*

» Notre unité de résistance est la résistance d'une colonne de mercure à zéro, ayant 1 mètre de longueur et 1 millimètre carré de section.

» D'après M. Pouillet, un courant, capable de dégager $\frac{1}{9}$ de gramme d'hydrogène en une minute, est 13787 fois plus fort que celui qui est donné par un couple thermo-électrique, à travers 20 mètres de cuivre de 1 millimètre de diamètre. On pourrait déduire de cette donnée le travail chimique de l'élément Daniell dans l'unité de résistance, si l'on connaissait la force électromotrice de cet élément par rapport à celle de l'élément thermo-électrique, et la conductibilité du mercure par rapport à celle du cuivre. Malheureusement, on ne les connaît pas bien. M. J. Regnauld a trouvé que la force de l'élément Daniell vaut 175 fois celle d'un élément thermo-électrique *sans soudure;* mais, selon lui, un élément avec soudure, tel que celui que paraît avoir employé M. Pouillet, possède une force électromotrice différente. Quant à la conductibilité du cuivre par rapport au mercure, elle

n'est pas connue d'une manière certaine; M. Pouillet l'a évaluée à 38,42 et M. E. Becquerel à 49,45.

» J'ai donc jugé utile de déterminer directement le travail chimique de l'élément Daniell. Voici la méthode que j'ai suivie :

» Un long tube capillaire horizontal, fixé au fond d'une rigole creusée dans une pièce de bois, engage ses extrémités, par l'intermédiaire de bouchons, dans des bouts de tubes larges, servant aux communications. Il est plein de mercure et enveloppé de glace. Il a été calibré avec soin; sa section moyenne est 0,839 millimètres carrés et sa longueur de $876^{mm},12$; sa résistance est équivalente à celle d'une colonne de mercure à zéro, de 1 millimètre carré de section et de 1043 millimètres de longueur.

» On fait communiquer les extrémités de ce tube avec un double circuit : l'un, qui renferme une pile de Daniell P et un rhéostat, l'autre qui renferme une boussole à *long* fil. Le courant dérivé qui passe dans la boussole varierait, en général, pendant les deux ou trois heures que dure l'expérience, si tout l'appareil était abandonné à lui-même; mais on observe très-fréquemment l'aiguille à l'aide d'un microscope, et, aussitôt qu'elle n'est plus exactement au repère, on l'y ramène, en tournant un peu le rhéostat. Quand l'expérience a duré un temps t suffisamment long, on détermine : 1° l'intensité f dans la boussole; 2° l'augmentation p du poids de la lame de cuivre dans un élément de la pile; 3° l'intensité F produite directement dans la boussole par un élément Daniell unité. Alors, on calcule le poids $C\varepsilon$ de cuivre qu'un élément Daniell précipiterait en une minute, dans la résistance 1, par la formule

$$C\varepsilon = \frac{p \times F \times 1,043}{t \times f}.$$

» En effet, l'intensité f, comme je le démontre dans mon Mémoire, est la mesure de la force électromotrice d'un élément de résistance *nulle*, qui produirait dans le tube le même courant que la pile P et qui, par conséquent, précipiterait un poids p de cuivre en t minutes dans la résistance 1,043. La dérivation permanente dans le fil de la boussole, dont la résistance est énorme, ne modifie pas d'une façon appréciable l'intensité du courant de la pile. Comme les intensités, dans la même résistance, sont proportionnelles aux forces électromotrices, le poids de cuivre précipité, dans les mêmes conditions, par un élément Daniell, dont la force est mesurée par F, serait $p \times \frac{F}{f}$. Le poids $C\varepsilon$ de cuivre précipité en une minute dans la résistance 1 serait donc $C\varepsilon = \frac{p}{t} \times \frac{F}{f} \times 1,043$, comme je l'ai annoncé.

» Voici les données d'une expérience :

» La pile P est formée de 4 éléments Daniell :

$F = 0,9664$ correspondant à $75^\circ 6'$, $p = 1113$ milligrammes.
$f = 0,2815$ correspondant à $16^\circ 21'$, $t = 176$ minutes.

On en tire

$$C\varepsilon = 22^{mg},69.$$

La moyenne de quatre expériences très-concordantes est

$$C\varepsilon = 22^{mg},69.$$

En divisant ce nombre par 31,6 (équivalent du cuivre pour $H = 1$), on obtient le poids d'hydrogène $H\varepsilon$ que le même courant pourrait dégager, en une minute, s'il n'y avait pas de polarisation. On trouve

$$H\varepsilon = 0^{mg},718.$$

« Tel est, en milligrammes, le poids de l'hydrogène dégagé en une minute » dans la résistance 1, par l'élément Daniell *unité*. »

» M. J. Regnauld a trouvé que la force électromotrice de l'élément thermo-électrique est 175 fois plus faible que celle de l'élément Daniell unité. D'après cela, le nombre de milligrammes d'hydrogène dégagés en une minute par un élément thermo-électrique, dans la résistance 1, serait

$$\frac{0,718}{175} = 0,004103.$$

» En admettant le nombre 49,45, donné par M. E. Becquerel, pour la conductibilité du cuivre par rapport au mercure, on déduit de l'expérience de M. Pouillet un nombre très-voisin de celui-ci. On a, en effet,

$$\frac{1}{9 \times 13787} \times \frac{20}{\frac{\pi}{4} \times 49,45} \times 1000 = 0,004151.$$

» C'est là une forte raison pour considérer comme exacts les nombres suivants :

13787, quantité d'électricité nécessaire pour décomposer 1 gramme d'eau, d'après M. Pouillet;

49,45, rapport de la conductibilité du cuivre à celle du mercure, d'après M. E. Becquerel;

175, rapport de la force électromotrice de l'élément Daniell à celle de l'élément thermo-électrique, d'après M. J. Regnauld.

» Le mercure dont je me suis servi a été obtenu en décomposant par la

chaleur l'oxyde de mercure dans une cornue de grès. J'ai constaté que du mercure impur de la cuve, purifié par un contact de deux mois avec une dissolution d'azotate de mercure, possède la même conductibilité à $\frac{1}{500}$ près. C'est donc justement que M. Pouillet a choisi la conductibilité du mercure pour terme de comparaison. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Considérations sur le principe des affinités tel qu'il apparaît dans la nouvelle science électro-chimique; par* **M. E. Martin.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Lamé, Regnault, Delaunay.)

« Nous avons essayé de démontrer dans un précédent Mémoire que le fluide éthéré était un corps réel appréciable dans sa nature et ses propriétés, mais, contrairement aux prévisions de M. Lamé, nous n'avons pas trouvé en lui la matière impondérable active et puissante, ce rôle étant plutôt celui des deux corps impondérables simples, l'éthérile et l'électrile, qui ne sont autres que les deux électricités et qui par leurs affinités puissantes commandent aux éléments, même à distance, au moyen de l'éther. Cependant ils ne peuvent être considérés comme les principes supérieurs, car ils sont dominés par le principe même qui fait leur puissance et que nous appelons le principe des affinités.

» Les corps véritablement simples, pondérables et impondérables, soigneusement étudiés, nous ont offert une dualité de genres qui les sépare en deux classes distinctes d'après la nature de leurs affinités propres et invariables; les uns possédant l'affinité dite oxique, parce qu'elle est celle de l'oxygène, du chlore, du brome, etc., et les autres l'affinité dite basique, qui caractérise l'hydrogène, les métalloïdes basiques et les métaux.

» Ces deux affinités doivent être considérées comme les qualités dominantes des corps simples et sont caractérisées par l'action qu'elles exercent en attirant l'un vers l'autre et portant à l'union chimique les atomes des corps de genres différents. Ces affinités ne peuvent être détruites ni changées, mais elles peuvent être modifiées pendant l'union, jusqu'à se neutraliser l'une par l'autre si les atomes combinés sont de genres différents et dans le rapport simple.

» Pour montrer combien le principe des affinités a d'étendue, nous allons exposer les principales théories chimiques et physiques dont il est la base essentielle. Nous en trouvons treize qui constituent la théorie chimique

comprenant l'électro-chimie, et cinq autres relatives à des phénomènes physiques de premier ordre.

Tableau de la théorie chimique générale ayant pour base le principe des affinités avec dualité de genres.

» L'union chimique repose sur le principe des affinités avec dualité de genres, mais les conditions de l'union des corps simples de genres différents sont diverses et s'expliquent par les treize théories secondaires suivantes, dont nous ne pouvons guère donner ici que l'énumération (1) :

» 1° *Théorie atomique.* — L'étude des composés formés en proportions définies conduit par de nombreuses considérations à admettre que les corps simples qui les constituent se résument par des unités indestructibles extrêmement petites auxquelles on a donné le nom d'*atomes*. Les atomes se distinguent tous par leurs affinités propres oxiques ou basiques, les atomes pondérables par leurs poids relatifs, leurs volumes qui sont entre eux comme 3, 4 et 6, leurs densités et leurs formes cristallines régulières.

» 2° *Théorie de l'union en proportions définies simples.*

» 3° *Théorie de l'union en proportions multiples.* — Les atomes s'unissent d'un genre à l'autre en vertu de leurs affinités réciproques, mais ils sont soumis à la condition d'un arrangement géométrique qui les oblige, dans le cas où le rapport simple ne peut être obtenu, à la combinaison dans le rapport multiple simple comme leurs volumes : 1 à 2, 2 à 3, etc.

» 4° *Théorie de l'union chimique des corps simples impondérables entre eux.* — Les composés qui résultent de cette union sont : de la lumière, du calorique, ou du fluide éthéré, suivant les conditions.

» 5° *Théorie de l'union chimique directe des corps pondérables simples entre eux.*

» 6° *Théorie de l'union première des corps simples pondérables avec les deux corps simples impondérables.*

» 7° *Théorie de la formation des corps comburants.* — Les corps comburants, pris jusqu'ici pour des corps simples, sont formés par la combinaison de l'éthérile, Et, corps simple basique de nature éthérée, aux corps simples pondérables du genre oxique qui sont : l'oxygène, le fluor, le chlore, le brome, l'iode et l'azote. L'éthérile forme deux combinaisons avec l'oxygène : la première, O Et, est le gaz oxygène, la deuxième, O^2 Et, est l'ozone, tant étudié de nos jours et si peu compris.

---

(1) Le dernier ouvrage que j'ai publié : *L'Atomisme, etc.*, donne l'ensemble de ces théories.

» 8° *Théorie de la formation des corps combustibles.* — Huit fois plus nombreux que les corps comburants, les corps combustibles sont formés par l'union en proportions définies des 58 corps simples basiques à l'électrile ; ils constituent, après cette union, les métalloïdes basiques et tous les métaux.

» 9° *Théorie de l'union chimique avec combustion vive.* — L'union de l'un des 6 corps comburants à l'un des 58 corps combustibles doit être considérée comme une combinaison de quatre éléments, déjà combinés deux à deux, qui font entre eux un échange par double décomposition et dont il résulte un composé binaire pondérable quelconque, tandis que la réunion de l'éthérile abandonné par le corps comburant et de l'électrile du corps combustible amène la formation d'une quantité définie de lumière et de calorique.

» 10° *Théorie de la combustion complémentaire.* — Les corps imparfaitement brûlés, tels que les oxydes et les acides, sont susceptibles de cette seconde combustion qui leur enlève le reste de leurs éléments impondérables, qui sont transformés en calorique, en même temps qu'il se forme un sel ou corps entièrement brûlé.

» 11° *Théorie de la pile voltaïque.* — Dans l'auge de la pile, tandis que les éléments pondérables oxiques et basiques s'unissent en abandonnant leurs éléments impondérables Et, El, ceux-ci rencontrent des conducteurs séparés qui les emportent dans le circuit, au lieu de les laisser se combiner sur place, comme dans la combustion ordinaire.

» 12° *Théorie des actions électro-chimiques des deux courants de la pile.* — Les deux électricités de la pile agissent sur les composés qui leur sont soumis par la puissance de leurs affinités; dans la décomposition de l'eau HO, l'éthérile s'empare de O pour former le gaz oxygène OEt, l'électrile s'empare de H pour faire du gaz hydrogène HEl. Toutes les décompositions électro-chimiques partent de ce principe.

» 13° *Théorie de la précipitation électro-chimique des métaux.* — Dorure, argenture, galvanoplastie, etc.

Effets physiques des affinités sur les corps tenus à distance, ou explication des attractions et des répulsions en général.

» 14° *Théorie des attractions réciproques des deux corps simples impondérables.* — Les deux électricités accumulées sur des corps isolés s'attirent pour l'union chimique, et les corps qui les portent, s'ils sont librement sus-

pendus, s'avancent l'un vers l'autre; cette attraction est donc un effet des affinités de l'éthérile et de l'électrile, qui tendent à l'union sans pouvoir l'effectuer.

» 15° *Théorie des attractions des deux électricités sur les corps de toute nature.* — Un corps chargé d'électricité s'entoure dans l'air d'une atmosphère d'électricité contraire, aux dépens du fluide éther, et les corps qu'elle renferme sont attirés en raison de l'électricité qu'ils condensent, et non pour eux-mêmes.

» 16° *Théorie de l'antagonisme des charges d'une même électricité.* — Si deux corps isolés, rapprochés et chargés d'une même électricité, s'éloignent l'un de l'autre, c'est qu'ils tendent au même instant à se former chacun une atmosphère d'électricité contraire à celle qu'ils possèdent, et qu'alors le peu d'espace qui les sépare ne leur permettant pas de s'en entourer d'une manière régulière, ces atmosphères électriques forment comme des fluxions opposées vers lesquelles les corps chargés sont attirés jusqu'à ce qu'ils puissent en occuper le centre.

» 17° *Théorie de l'attraction universelle.* — En traitant de l'éther réel, nous avons dit que l'induction nous conduisait à admettre que le soleil était chargé d'électricité négative et que son atmosphère d'électricité positive, formée dans l'éther général, s'étendait jusqu'aux limites du système, tandis que les planètes, considérées comme des soleils éteints chargés de quantités moindres de la même électricité négative, prenaient place dans le système en raison de leurs charges et d'autant plus loin du soleil que ces charges étaient plus faibles, attendu que là seulement elles peuvent prendre le milieu de leurs atmosphères électriques propres.

» 18° *Théorie de la gravitation.* — La gravitation différerait de l'attraction universelle en ce qu'elle serait l'attraction des globes électrisés sur les corps de toute nature placés dans leur atmosphère électrique particulière.

» Nous poursuivons l'étude de ces deux dernières théories.

Conclusions.

» On voit par cet exposé abrégé du principe des affinités avec dualité de genres, combien son étude est importante pour les sciences chimiques et physiques. La théorie chimique générale n'a pas d'autre fondement, l'électro-chimie n'a pas d'autre base, et les théories secondaires de ces sciences ne sont que les conditions diverses dans lesquelles se produit le jeu des affinités.

» Que les hommes qui n'admettent point les affinités propres et inva-

riables des corps simples et la dualité de genres, mais des affinités variables et des corps simples formant une seule série, en passant du premier au dernier par des variations insensibles, formulent une théorie appuyée sur des lois de premier et de second ordre, pour l'explication simple et précise de tous les phénomènes chimiques et électro-chimiques. Que ceux qui nient même les affinités, pour n'admettre qu'une opération purement mécanique dans les combinaisons en proportions définies, avec changement d'état et de propriétés, en fassent autant, et la question restera indécise, puisqu'il y aura trois bonnes explications. Mais il n'y en aura pas trois, par la raison que la vérité est une et que les suppositions qui ne la renferment pas sont impuissantes en dehors des faits particuliers pour lesquels on les a faites.

» Les cinq théories électro-physiques attestent également le grand principe des affinités, et nous demandons aux chimistes et aux physiciens s'il ne doit pas être accepté comme tel, en reconnaissant avec lui la nouvelle science électro-chimique, qui nous en semble inséparable. »

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Recherches sur cette question : Le vin est-il le résultat de l'action d'un ferment unique?* Note de **M. A. Béchamp.**

« Il est admis que le ferment qui se développe dans la fermentation vineuse possède tous les caractères et toutes les propriétés de la levûre de bière, qu'il est semblable à celle-ci et que ses globules offrent au microscope le même aspect, et sont comme les siens remplis de granulations. Je croyais moi-même qu'il en était ainsi, et, dans une Note récente sur la fermentation vineuse, j'ai supposé que lorsqu'on voit apparaître d'autres organismes ils sont le résultat d'une action secondaire de l'air sur le produit fermenté.

» Il est certain que quand on prend du moût de raisin bien filtré et qu'on l'expose à l'air, c'est le ferment alcoolique ordinaire qui se développe seul, ou à peu près seul ; toutefois cette levûre m'a paru quelque peu différente de celle qui naît dans l'eau sucrée additionnée de bouillon de levûre ; ses globules sont généralement de moindre dimension. Mais en est-il ainsi dans la vinification qui se fait avec du moût non filtré ou avec la totalité des grappes du raisin ? J'en doute aujourd'hui.

» Pour m'assurer du fait j'ai répété cette année mes expériences de l'an dernier, et, sur dix fermentations faites avec des raisins de variétés diverses (aramon, terret-bourret, aspiran, mourastel, carignan, piquepoul gris, piquepoul noir, clairette) et de plusieurs provenances du département de

l'Hérault, j'ai constamment observé que le ferment n'est pas unique. J'ai cependant opéré en vase clos sur des masses de 2 à 6 litres seulement; l'air n'était intervenu que le temps nécessaire pour introduire le raisin foulé dans les appareils, et dans chacun de ceux-ci il n'était resté qu'un volume d'air égal, tout au plus, au dixième du volume total. Dans ces dix expériences, qui remplissaient toutes les conditions théoriques, j'ai toujours vu la levûre ordinaire accompagnée de globules sphériques beaucoup plus petits et d'autres globules de forme allongée dont le grand diamètre égalait souvent dix fois la longueur du petit et qui, au lieu des granulations nombreuses des globules de levûre, ne contenaient qu'un petit nombre de noyaux. La quantité de ces ferments étrangers m'a paru au moins égale à celle de la levûre alcoolique. Il faut noter qu'en aucun cas le chapeau ne s'était couvert de moisissures et n'avait pris l'aspect blafard qu'il acquiert inévitablement dans les fermentations faites à l'air libre. Dans une des expériences on laissa à dessein rentrer de l'air, et peu de temps après on y vit apparaître à la surface le petit ferment blanc que l'on appelle fleur de vin.

» Mais peut-être ces résultats tiennent-ils à la nature de l'air de mon laboratoire? Il n'en est rien. En effet, j'ai eu l'occasion de faire et de suivre une fermentation en vase clos, à l'abri de l'air, sur 700 litres de raisin, dans le cellier d'un grand producteur (M. Saintpierre); ici encore j'ai vu les mêmes productions apparaître, et de la même façon. On a noté avec soin que dans cette opération, qui a duré du 12 septembre au 14 novembre, le chapeau avait conservé une couleur vive et franche, n'était pas devenu blafard et n'avait contracté aucune odeur étrangère à celle d'un bon vin.

» Lorsque l'air intervient largement dans la fermentation vineuse, le nombre des ferments filiformes surpasse celui de la levûre ordinaire.

» Je ne sache pas que ces faits aient été signalés jusqu'ici.

» Quelle est l'influence de ces organismes sur la nature de la fermentation alcoolique que subit le sucre dans le moût de raisin? Ce que j'en puis dire aujourd'hui se réduit à ceci :

» 1° L'acide acétique n'est guère en quantité supérieure à celle que fournit, en moyenne, la fermentation alcoolique normale du sucre de canne par la levûre de bière. Les ferments filiformes ne me paraissent donc pas influer notablement sur la quantité d'acide acétique qui se produit normalement dans la fermentation alcoolique. Il n'en est pas de même lorsque d'autres moisissures naissent après une nouvelle intervention de l'air, comme dans les fermentations industrielles. Je publierai plus tard mes recherches

sur ce sujet, mais il est utile, aujourd'hui, de donner les nombres suivants. Dans un litre de vin fait à l'abri de l'air, il y avait $0^{gr},186$ d'acide acétique; dans un litre du même vin fait avec l'intervention ménagée de l'air, acide acétique $0^{gr},451$.

» 2° Le moût de raisin filtré que l'on fait fermenter spontanément, et dans lequel ne se développe que le ferment ordinaire analogue à la levûre de bière, fournit un vin qui ne possède pas les qualités (arome, saveur) de celui que fournit le moût non filtré et dans lequel naissent plusieurs ferments.

» 3° Le moût de raisin filtré que l'on fait fermenter avec de la levûre de bière lavée fournit un vin qui est loin d'être le même que celui qui est fourni par le même moût filtré spontanément fermenté, et à plus forte raison que le moût non filtré ou le raisin tout entier qui fermentent naturellement.

» Je suis donc porté à croire que le vin est le résultat de fermentations multiples et que le phénomène de la fermentation vineuse est plus compliqué que celui de la fermentation alcoolique ordinaire, puisqu'elle est le résultat de l'acte physiologique de la vie d'au moins deux ferments (assimilation et désassimilation) dans le milieu fermentescible. Mais puisque dans le moût filtré il ne se développe généralement que le ferment alcoolique ordinaire, pourquoi, dans le même air, plusieurs ferments naissent-ils dans le moût non filtré et dans le moût qui est mêlé à tous les autres éléments du raisin, peaux et rafles? C'est sans doute que des germes, spores ou œufs, adhèrent aux grains et aux rafles, et que ceux-ci se développent en même temps que les germes des globules de levûre.

» On voit donc, dans la fermentation vineuse, naître plusieurs organismes (au moins deux), qui se développent, vivent, se multiplient et agissent parallèlement, de sorte que le vin me paraît comme la résultante de l'action (de l'acte de la digestion) de ces êtres. Ce que je dis là ne doit être considéré, jusqu'ici, pour vrai, qu'en tant qu'il s'agit des vendanges du Languedoc, mais je crois ne me pas avancer trop en pensant que l'on trouvera les mêmes choses dans d'autres vignobles. »

(Renvoi à l'examen d'une Commission nommée pour diverses communications également relatives à l'action des ferments, Commission qui se compose de MM. Milne Edwards, Bernard, Balard.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches expérimentales sur le rapport des distances auxquelles s'étendent les actions neutralisantes de la pointe du paratonnerre ordinaire, d'une part, et, de l'autre, d'une pointe très-effilée.* Extrait d'une Note de **M. Perrot.**

« ... A l'aide de la machine électrique j'ai électrisé un grand plateau métallique simulant un nuage, jusqu'à ce que l'électromètre très-sensible marquât 10 degrés. Ensuite j'ai approché lentement et successivement du plateau chargé à 10 degrés, d'abord une tige arrondie à son extrémité, ainsi que l'a proposé M. Despretz comme pointe terminale du paratonnerre; ensuite une pointe de paratonnerre ordinaire, et enfin une pointe très-effilée. Ces expériences m'ont présenté, en moyenne, les résultats suivants :

» 1° La tige terminale arrondie est restée sans action neutralisante jusqu'à ce qu'elle fût foudroyée à une distance que je prends pour unité.

» 2° L'action neutralisante de la pointe ordinaire ne commença à agir qu'à une distance inférieure à 12 unités.

» 3° A la distance de 12 unités, où la pointe ordinaire était sans action neutralisante, la pointe effilée déchargeait le plateau instantanément.

» 4° L'action neutralisante de la pointe effilée commençait à se faire sentir à une distance inférieure à 170 unités.

» En résumé, l'action neutralisante de la pointe effilée s'étendait donc près de 170 fois plus loin que la distance foudroyante, ou 13 fois plus loin que l'action de la pointe ordinaire. »

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

MÉDECINE. — *Note sur l'usage de l'eau-de-vie dans la phthisie; par* **M. A. Tripier.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Serres, Rayer, Bernard.)

« L'idée première de ce traitement est née d'expériences de M. Claude Bernard qui, ayant fait des injections d'alcool étendu dans l'estomac de chiens au début de leur digestion, a constaté que cette digestion était arrêtée. L'hypothèse d'une anesthésie locale empêchant les phénomènes réflexes de sécrétion m'ayant paru celle qui rendait le mieux compte des faits observés, j'ai pensé que l'ingestion des liqueurs alcooliques, prises en

quantité suffisamment faible pour laisser prédominer l'effet local, pouvait servir à prévenir toutes les manifestations motrices réflexes à point de départ gastrique. Les quintes de toux suivies de vomissements, qu'on observe chez les phthisiques immédiatement après les repas, étant évidemment des phénomènes de ce dernier ordre, j'ai cru pouvoir les empêcher en insensibilisant l'estomac au moyen de l'eau-de-vie; et le résultat a justifié ma tentative. Je ne prétends pas, on le pense bien, que l'ingestion des alcooliques doive guérir la phthisie, mais je crois pouvoir affirmer que, pris après le repas, ils constituent un bon moyen d'empêcher les vomissements, et que, loin d'exercer sur l'état général des phthisiques l'influence fâcheuse qu'on leur attribue, ils diminuent la toux et les sueurs, et procurent du sommeil. »

M. **Mathieu** soumet au jugement de l'Académie un *instrument destiné à opérer la réduction des luxations des doigts et celle des orteils.*

« Il existe, dit M. Mathieu, plusieurs appareils construits pour pratiquer cette opération ; mais aucun d'eux ne peut remplir efficacement le but pour tous les cas, parce qu'ils ont été spécialement faits en vue de la réduction de la luxation du pouce. L'instrument que je présente est toujours applicable, quel que soit le doigt luxé. Il vient d'être employé avec succès à la clinique de M. le Prof. Nélaton, dans un cas où la luxation datait de plus de quinze jours, et où les autres appareils connus avaient échoué. »

(Renvoi à l'examen de M. Jobert de Lamballe.)

M. **Christoffel** adresse une Note destinée à être substituée à celle qu'il avait adressée conjointement avec son Mémoire sur les milieux périodiques.

(Renvoi à l'examen des Commissaires nommés dans la précédente séance : MM. Lamé, Bertrand.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de la Marine** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le numéro de janvier de la « Revue Maritime et Coloniale ».

M. **le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics** adresse les n°s 7 et 8 du Catalogue des Brevets d'invention pris en 1863.

M. **Quet** se fait connaître comme l'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 1 au Concours pour le grand prix de Mathématiques (théorie des phénomènes capillaires), Mémoire qui a été honoré d'un encouragement.

M. **Moreau** (Armand), dont les recherches sur la vessie natatoire des Poissons ont obtenu un des deux prix de Physiologie expérimentale décernés dans la séance publique annuelle du 28 décembre dernier, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Bouffé**, à qui a été décernée, dans la même séance, une récompense pour l'application qu'il a faite à l'industrie des fleurs artificielles d'un vert exempt d'action toxique, et MM. **Leven** et **Ollivier**, dont les recherches sur le cervelet ont été signalées par la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie comme dignes d'attirer l'attention, remercient également l'Académie.

M. le **Président** présente au nom de l'auteur, *M. Vuigner* :

1° Un ouvrage sur les docks-entrepôts de la Villette, texte et atlas;

2° Un ouvrage sur les travaux du pont construit sur le Rhin à Kehl, texte et atlas;

3° Un ouvrage sur la rivière et le canal de l'Ourcq, texte et atlas;

4° Enfin un ouvrage sur l'embranchement du camp de Châlons, ligne de chemin de fer de 25 kilomètres exécutée en soixante-cinq jours.

« Les travaux dont il est rendu compte dans ces publications ont été exécutés sous la direction de l'auteur, d'abord comme ingénieur des canaux de Paris pour les concessionnaires de ces canaux, et ensuite comme ingénieur en chef de la Compagnie des chemins de fer de l'Est. »

M. le **Secrétaire perpétuel** présente, au nom de *M. Eugène Eudes-Deslongchamps*, fils du savant Correspondant de l'Académie, deux opuscules intitulés, l'un : « Études critiques sur des Brachiopodes nouveaux ou peu connus »; l'autre : « Notes pour servir à la géologie du Calvados ».

M. le **Secrétaire perpétuel** met sous les yeux de l'Académie un exemplaire de la *Carte agronomique de l'Isère* par *M. Scipion Gras*, et lit quelques extraits de la Notice suivante qu'y a jointe l'auteur :

« Il est peu de régions en France dont le sol végétal soit aussi varié et

aussi accidenté que celui du département de l'Isère. Dans l'impossibilité où l'on s'est trouvé d'indiquer à la fois, sans confusion, tous les faits principaux qui intéressent l'agriculture de ce pays, on a divisé sa carte agronomique en quatre parties comprenant : 1° les *terrains géologiques;* 2° les *terrains agricoles;* 3° les *régions agricoles altitudinales;* 4° les *groupes de cultures.* Une feuille séparée a été consacrée à chacun de ces quatre ordres de faits.

» Il existe une liaison intime entre les terrains géologiques et les terrains agricoles : l'étude des uns est d'un puissant secours pour celle des autres; souvent ils se confondent dans leurs contours. Une carte géologique doit donc être annexée à une carte agronomique, à cause des nombreux éléments agrologiques qu'elle lui fournit.

» Une terre végétale et un sous-sol d'une certaine nature constituent par leur réunion un *terrain agricole.* Les terres végétales sont extrêmement variées; il en est de même des sous-sols. Il en résulte que leur combinaison deux à deux, quoique limitée en général par des relations de composition, donne naissance à un grand nombre de terrains agricoles distincts par l'ensemble de leurs qualités. Une classification méthodique de ces terrains est nécessaire, afin de faciliter leur étude. Celle qui a été adoptée pour le département de l'Isère est fondée sur des principes qui la rendent applicable à tous les pays; elle permet, par conséquent, d'avoir des cartes agronomiques comparables entre elles. En ayant égard aux rapports qui existent entre la terre végétale et le sous-sol, on a d'abord établi deux grandes divisions que l'observation met hors de doute. Dans certains lieux, la terre est originaire du sous-sol, c'est-à-dire produite par sa décomposition ou sa désagrégation ; ailleurs elle est une matière de transport et, par suite, indépendante des roches sous-jacentes. Les terrains de chacune de ces deux divisions principales ont été subdivisés en classes, en genres et en espèces. Pour la formation des classes on a eu égard aux caractères qui présentaient le plus de généralité, notamment à la présence ou à l'absence de l'élément calcaire, dont l'influence sur l'ensemble de la végétation est très-sensible, lorsque l'on compare entre elles des contrées étendues. Les genres ont été tirés de la nature des sous-sols, qui sont désignés par leur nom minéralogique. Quant à la distinction des espèces, elle a été fondée sur la constitution physique de la terre végétale, sans exclure cependant, dans certains cas, la considération des éléments à action chimique. On a figuré sur la carte des terrains agricoles seize terrains principaux, les plus remarquables de l'Isère par leur étendue ou par leurs caractères tranchés.

» Les plantes ne dépendent pas seulement du sol qui les nourrit, elles sont aussi soumises à l'influence toute-puissante du climat. Or, dans chaque pays le climat varie avec l'altitude des lieux. Ces variations sont surtout très-sensibles dans le département de l'Isère, dont le point le plus bas n'est qu'à 132 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, tandis que le plus élevé atteint 3987 mètres. Les parties du sol comprises entre ces deux points extrêmes ont été divisées en six régions agricoles, fort distinctes entre elles par l'ensemble de leurs végétaux et de leurs conditions climatériques. Les contours de ces diverses régions ont été tracés aussi exactement que possible et, à l'aide d'un tableau explicatif, on a fait connaître leurs traits les plus saillants.

» Il y avait un grand intérêt à indiquer sur la carte agronomique les groupes de cultures, afin que l'on pût saisir d'un coup d'œil la nature et la répartition géographique des richesses végétales du département. Les divisions principales sont au nombre de quatre et comprennent treize groupes secondaires. La première division renferme les lieux où, sur de vastes surfaces, le sol est formé presque exclusivement de terres arables. La constitution minérale de ces terres et leur altitude plus ou moins considérable décident de leur degré de fertilité. Sous ce rapport, on en a fait trois classes, suivant que la culture du froment y est avantageuse, d'un succès incertain, ou tout à fait impossible. Les vignobles composent la seconde division. Les treillages et les hautains qui, dans beaucoup de localités, ombragent les terres arables, ont été distingués des vignes basses. La troisième division comprend les terrains occupés en grande partie par des bois ou par des prairies. On y a placé un groupe de cultures très-fréquent et caractéristique des sols accidentés : ce sont des terres labourables de diverses classes, entremêlées de prairies, de bois ou de touffes d'arbres et de terrains vagues. Les hauts pâturages, les terrains vagues, les rochers nus et les glaciers forment la quatrième division ; leur étendue est considérable dans cette partie des Alpes.

» La carte a été gravée à l'échelle de $\frac{1}{250000}$. Un texte abrégé, imprimé sur deux colonnes en marge de chaque feuille, en facilite l'intelligence. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étoiles filantes observées à la Havane du 24 juillet au 12 août, et remarques sur le retour périodique du mois d'août.* Extrait d'une Lettre de **M. Andrès Poey** à M. Élie de Beaumont.

« Cette année, de même que l'an passé, j'ai également observé les étoiles filantes depuis 11 heures du soir jusqu'à 3 heures du matin, durant la longue

période comprise du 24 juillet au 12 août, dans le but d'obtenir deux séries d'observations aussi comparables que possible qui puissent jeter quelque jour sur la question tant débattue aujourd'hui du retour périodique du mois d'août. Je tenais aussi à résoudre les doutes que j'annonçais alors sur la non-existence sous cette latitude de la périodicité du 10 au 11 août, ainsi que sur le maximum que je remarquais dans la nuit du 28 au 29 juillet. J'ai observé sur la même terrasse élevée de l'Observatoire, et, n'ayant pu me faire aider, j'ai dû encore me limiter à l'exploration uniquement de l'hémisphère boréal, pouvant à la fois embrasser au zénith une partie de l'écliptique. Cependant, dans la nuit du retour périodique, je fus accompagné de mon aide, M. Ricardo Zenoz, qui se chargea d'observer l'hémisphère austral.

» Le tableau suivant embrasse le nombre horaire de 552 étoiles filantes observées du 24 juillet au 12 août 1863, sous l'hémisphère boréal et jusqu'au zénith.

DATES.	DE 11^h à 12^h	DE 12^h à 1^h.	DE 1^h à 2^h.	DE 2^h à 3^h.	ÉTAT DU CIEL.	PRÉSENCE de la Lune sur l'horizon.	TOTAL de 1863.	TOTAL de 1862.	ÉTAT du ciel.	PRÉSENCE de la Lune sur l'horizon.
Juillet 24	3	11	16	8	Nuages isolés.	Jusqu'à 12^h.	35	42	Clair.	Point.
25	0	1	7	18	Nuageux.	Jusqu'à 12^h 30'.	26	48	Clair.	Point.
26	8	6	8	14	Clair.	Jusqu'à 1^h.	36	85	Clair.	Point.
27	2	3	5	5	Clair.	Jusqu'à 1^h 30'.	15	77	Nuageux.	Point.
28	4	4	4	Couvert.	Presque couvert.	Jusqu'à 2^h.	12	103	Clair.	Point.
29	Ciel entièrement couvert.							77	Clair.	Point.
30	2	8	2	3	Nuageux.	Toute la nuit.	15	63	Nuageux.	Point.
31	2	0	4	6	Nuages isolés.	Toute la nuit.	12	33	Clair.	Point.
Août 1	0	2	7	5	Nuages isolés.	Toute la nuit.	14	83	Clair.	Point.
2	2	1	5	8	Clair.	Toute la nuit.	16	80	Clair.	Point.
3	3	8	5	7	Nuageux jusqu'à 7^h.	Toute la nuit.	23		Couvert.	Point.
4	8	6	8	3	Clair.	Toute la nuit.	25	47	Nuageux.	Point.
5	11	12	6	7	Nuages isolés.	Jusqu'à 11^h 30'.	36	32	Nuageux.	Jusqu'à 1^h.
6	24	8	10	10	Clair.	Jusqu'à 12^h 30'.	52	15	Nuageux.	Jusqu'à 1^h 30'.
7	9	16	23	8	Clair.	Jusqu'à 1^h.	56	8	Nuageux.	Jusqu'à 2^h 15'.
8	Ciel entièrement couvert en 1862 et en 1863.									
9	Observation incomplète, mais peu d'étoiles filantes (1).							8 (2)	Clair.	Toute la nuit.
10	31	24	48	25	Clair.	Point.	128	31 (3)	Nuageux.	Tonte la nuit.
11	27	21 (4)			Clair.	Point.	48	Point d'observations.		
TOTAL..	136	131	158	127			552	833		

(1) Une grande irritation des yeux ne m'a point permis d'observer avec assez d'attention.

(2) et (3) Par la même indisposition, en 1862, le 9, de 1^h à 3^h et, le 10, de 2^h à 3^h, je n'ai pu continuer l'observation.

(3) A 1^h le ciel a commencé à se couvrir, et, une demi-heure après, il demeura complétement couvert jusqu'au lendemain.

» On observe dans ce tableau une relation assez remarquable entre le

nombre horaire et journalier d'étoiles filantes et la présence de la Lune sur l'horizon, relation qui aurait suivi une marche entièrement différente dans les deux années de 1862 et 1863. En 1862, par exemple, le nombre de météores se serait maintenu élevé jusqu'au 2 août, et ensuite aurait diminué avec la présence de la Lune, tandis qu'en 1863 ce fut l'inverse : légère augmentation jusqu'au 26 juillet, la lune se couchant alors à 1 heure du matin, puis diminution, et ensuite nouvel accroissement à partir du 5 août jusqu'au retour périodique, lorsque notre satellite commença à disparaître et disparut entièrement. Le maximum horaire s'est effectué de 1 à 2 heures, puis de 11 heures à minuit, tandis qu'en 1862 ce fut de 2 à 3 heures et ensuite de minuit à 1 heure.

» Comme on le voit, la comparaison des observations de cette année avec celles de l'an passé nous laisse encore dans un doute considérable quant à l'influence que peut exercer la lumière de la Lune sur la visibilité des étoiles filantes eu égard à leur grandeur ordinaire, laquelle diffère en outre suivant la latitude depuis l'Europe jusqu'aux Antilles, ainsi que j'ai pu m'en convaincre mainte fois dans mes voyages.

» Ainsi, ajoutant au chiffre total des météores observés dans les nuits du 30 et du 31 juillet les $\frac{3}{5}$ du nombre que l'on aurait vu sans la présence de la Lune, nous aurions 37,50 étoiles filantes le 30 au lieu de 15, et 30 météores le 31 au lieu de 12. Enfin, en appliquant la même correction à toutes les phases de la Lune durant les heures d'observation qu'elle a brillé, nous obtenons le tableau suivant :

Jours.	Étoiles observées.	Étoiles calculées.	Différence.
Juillet 24	38	42,50	4,50
25	26	27,50	1,50
26	36	57,00	21,00
27	15	26,25	11,25
28	12	30,00	18,00
30	15	37,50	22,50
31	12	30,00	18,00
Août 1er	14	35,00	21,00
2	16	40,00	24,00
3	23	57,50	34,50
4	25	62,50	37,50
5	36	81,75	45,75
6	52	88,00	36,00
7	56	102,50	46,50
Total...	376	720,00	344,00

» Le 8 et le 9 il n'y a pas eu d'observations, et le 10 et 11 point de Lune. On voit que la marche ascendante jusqu'au retour périodique est bien plus régulière dans les étoiles calculées que dans celles observées.

» Comme l'année passée, la très-grande majorité des étoiles filantes rayonnait vers Céphée et Cassiopée; seulement, cette dernière constellation a offert le double de météores que ceux fournis par Céphée en 1862. Leurs directions ont présenté aussi de très-grands rapports avec celles suivies l'année passée, ainsi qu'il suit : du 24 juillet au 7 août 1862, la plupart des étoiles filantes se dirigeaient du sud-est vers le nord-ouest, sauf le 4, le 5 et le 7, qu'elles filèrent du sud-ouest, luttant avec le sud-est; puis, le 9 et le 10, elles se dirigèrent du nord-est. Le 3 et le 8 août, le ciel fut entièrement couvert. Or, cette année, les trajectoires du sud-est prédominèrent également jusqu'au 5 août, sauf le 31 juillet du sud et le 1er août du sud-ouest, luttant encore avec la direction primitive du sud-est, et ensuite du 6 au 11 août elles devinrent du nord-est. Le 18 juillet et le 8 août, le ciel fut couvert, et le 9 l'observation fut manquée.

» Le tableau suivant représente les parcours des météores aux nuits dans lesquelles la direction du sud-est n'a point prédominé, ainsi qu'il a été dit :

En 1862.					En 1863.				
Le 4 août	S.-O...	11 cas.	S.-E...	10 cas.	Le 31 juillet	S.......	5 cas.	S.-E..............	3 cas.
Le 5 »	S.-O...	8 »	S.-E...	5 »	Le 1er août	S.-O...	4 »	S.-E. et N.-E...	3 »
Le 7 »	S.-O...	3 »	S.-E...	2 »	Le 5 »	S.-E...	12 »	N.-E..............	12 »
Le 9 »	N.-E...	3 »	N.......	3 »	Le 6 »	N.-E...	19 »	S.-E..............	14 »
Le 10 »	N.-E...	10 »	S.-E...	5 »	Le 7 »	N.-E...	21 »	S.-E..............	10 »
					Le 10 »	N.-E...	53 »	N. et { S.-O...	16 »
								S.-E...	15 »
					Le 11 »	N.-E...	19 »	S.-E..............	12 »

» Ainsi, dans ces deux dernières années, les trajectoires des étoiles filantes ayant été dès le 24 juillet du sud-est vers le nord-ouest, à l'approche du retour périodique elles se sont portées de plus en plus vers le nord-est et le nord. Sous l'hémisphère austral, dans la nuit du 10 au 11 août, cette direction fut encore plus remarquable, comme l'indique la comparaison des deux tableaux suivants :

	Hémisphère boréal.	Hémisphère austral.
Trajectoires.	Étoiles.	Étoiles.
N..............	16 cas.	26 cas.
N.-N.-E.........	2 »	10 »
N.-E............	53 »	25 »

Trajectoires.	Hémisphère boréal. Étoiles.	Hémisphère austral. Étoiles.
E.............	3 cas.	1 cas.
E.-S.-E........	1 »	0 »
S.-E...........	15 »	1 »
S.-S.-E........	1 »	0 »
S..............	7 »	1 »
S.-S.-O........	1 »	0 »
S.-O...........	16 »	3 »
O..............	1 »	3 »
N.-O...........	12 »	3 »

» Dans le premier tableau général des étoiles filantes observées du 24 juillet au 12 août, je n'ai point compris les 73 cas vus sous l'hémisphère austral dans la nuit du retour périodique du 10 au 11 août, lesquels, avec les 128 de l'hémisphère boréal, forment une totalité de 201 météores aperçus de 11 heures du soir à 3 heures du matin. Voici leur distribution horaire :

De 11^h à 12^h.....	14 cas.
De 12^h à 1^h.....	8 »
De 1^h à 2^h.....	23 »
De 2^h à 3^h.....	28 »

» Si l'on compare les étoiles filantes observées sous les deux hémisphères, on remarque les faits suivants : 1° que le nombre de météores de l'hémisphère boréal a été presque du double de celui de l'hémisphère austral (j'avais déjà signalé l'année passée la moins grande abondance d'étoiles filantes vers cette dernière région) ; 2° qu'au nord le maximum a eu lieu de 1 à 2 heures et au sud de 2 à 3 heures.

» En résumé, il serait intempestif de prévoir, d'après les deux uniques séries d'observations régulières que nous possédons sous cette latitude, si le retour périodique du 10 au 11 août s'est réellement effectué, du moins jusqu'à pouvoir apprécier avec toute l'exactitude possible la double influence que doivent exercer la présence de la lumière lunaire et la nébulosité du ciel; car ces deux perturbations se sont précisément présentées inversement en 1862 et en 1863, et de manière à neutraliser tout jugement anticipé. Pour cela il faudrait, soit un plus grand nombre d'années d'observations, soit une seule série sous un ciel clair et sans l'éclat de la Lune.

» D'après le *Courrier des États-Unis* de New-York, la nuit du 10 au 11 août et même les précédentes ont été signalées par l'apparition de brillants météores, tellement multipliés, qu'on voyait comme un feu d'artifice

continuel. Certes, nos observations n'accusent point à la Havane une telle abondance d'étoiles filantes. »

GÉOLOGIE. — *Sur le soulèvement graduel de la côte du Chili et sur un nouveau système stratigraphique très-ancien observé dans ce pays.* Extrait d'une Lettre de **M. Pissis** à M. Élie de Beaumont.

(Commissaires précédemment nommés pour d'autres communications du même auteur : MM. Élie de Beaumont, Boussingault, Charles Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« Ayant consacré une grande partie de cette année à l'étude de la géologie des provinces d'Arauco et de Concepcion, je prends la liberté de vous communiquer quelques observations qui se rapportent, les unes au soulèvement actuel de la côte du Chili, les autres à un nouveau système stratigraphique très-ancien.

» Un grand nombre de faits peu concluants, il est vrai, paraissaient indiquer pour la côte du Chili un mouvement analogue à celui des côtes de la Baltique. Depuis environ un demi-siècle, la profondeur des ports les mieux connus avait diminué et la plage avait gagné vers l'ouest; mais ces faits pouvaient être aussi bien le résultat des débris charriés par les cours d'eau, que celui d'un soulèvement. En parcourant la partie de la côte comprise entre Concepcion et le Rio Maule, j'ai pu recueillir quelques observations qui, je pense, lèvent toute espèce de doute à cet égard. Cette côte présente de nombreux escarpements formés de roches schisteuses, et l'on remarque sur celles-ci de nombreuses cavités formées par des mollusques lithophages; elles se succèdent sans interruption depuis la mer jusqu'à une hauteur de 8 à 10 mètres. Celles qui occupent la partie supérieure sont beaucoup plus dégradées que les inférieures, et tout indique qu'elles ont dû être exposées beaucoup plus longtemps à l'action de l'atmosphère, absolument comme si la côte s'était élevée peu à peu, découvrant graduellement le travail des lithodomes qui vivent encore dans ces parages; car, s'il y avait eu un soulèvement brusque, on observerait une interruption entre ces cavités et celles qui se forment encore sous la mer. Le soulèvement des sables avec bancs de coquilles rapportés à l'époque quaternaire paraît être dû à la même cause; ils se montrent, en effet, dans toutes les petites anses de cette côte, et le niveau qu'ils atteignent diffère très-peu de la limite où les cavités des lithodomes cessent d'être apparentes. On remarque en outre que les bancs coquilliers n'occupent pas toute l'étendue de ces petits dépôts, mais qu'ils

forment des zones concentriques et de plus en plus basses. Le terrain de transport ancien a été, au contraire, émergé d'un seul jet; il atteint, près de Lota et Coronel, une altitude de plus de 100 mètres, tandis que, dans les mêmes localités, les couches quaternaires s'appuient sur les molasses à lignite, et atteignent à peine une altitude de 10 mètres. Ce soulèvement graduel n'a donc pu commencer qu'après l'ouverture des bouches volcaniques des Andes, à laquelle correspond le terrain de transport ancien.

» Le nouveau système stratigraphique correspond à une chaîne granitique qui remplit une longue boutonnière ouverte au milieu des schistes et des grès anciens, et qui s'étend depuis l'Araucanie jusqu'au Rio Rapel. Les couches de schiste ardoisier, de grès et de psammite sont relevées parallèlement à l'axe de cette chaîne et en suivent toutes les ondulations. Afin d'éviter les écarts de direction dus à ces ondulations, j'ai choisi, pour la direction de ce système, l'axe qui joint les montagnes de Cuiquen et de Piduchen, situées sur l'axe de cette chaîne et dont les positions géographiques données par notre triangulation sont les suivantes :

	Latitude.	Longitude.
Pour Cuiquen............	36°18′45″,7	74°47′22″
Pour Piduchen..........	35°10′ 0″,3	74° 5′47″

» En partant de ces données, on trouve que cet arc de cercle fait avec le méridien du Cuiquen un angle de 26°20′12″. Le cercle de comparaison passant par le centre du pentagone du Chili fait, avec le méridien de ce centre, un angle au nord-est de 26°43′20″. L'angle de l'un des cercles primitifs avec ce même méridien étant 8°43′27″, la différence est 17°59′53″; ainsi le cercle de comparaison partage en deux parties égales (17°59′53″ et 18°0′7″) l'angle de deux cercles primitifs et correspond exactement à l'un des cercles auxiliaires indiqués sur votre globe (1).

» Les principaux volcans du Chili se trouvent alignés sur cette direction;

---

(1) Le cercle auquel M. Pissis fait allusion est désigné de la manière suivante dans le *Tableau des données numériques qui fixent* 159 *cercles du réseau pentagonal*, que j'ai présenté à l'Académie dans la séance du 20 juillet 1863 (*Comptes rendus*, t. LVII, p. 128).

26. Bissecteur DH, H au N.-O. des Açores, D Chine,
L = 32°22′25″,91 E, b = 20°14′3″,71, c = 47°3′55″,43 (D).

Ce cercle, qui passe par le point D, centre du pentagone de la Chine, passe nécessairement aussi par son antipode, qui est le point D, centre du pentagone du Chili. E. D. B.

le cercle de comparaison passe en effet par le volcan de Chilian, par un autre cône très-remarquable situé à l'ouest du lac de Maule et par le volcan de Maipo ; il rencontre ensuite la chaîne granitique située à l'est du Tupungato et pénètre ensuite dans la Confédération Argentine, où il traverse des contrées dont la géologie est encore peu connue. Les volcans de Longavi, de Cerro Azul, du Descabezado et de Peteroa sont situés sur un arc parallèle éloigné seulement de 15 kilomètres du cercle de comparaison. Enfin, un autre arc parallèle mené par Concepcion suit, sur un espace de plus de 50 lieues, la ligne de contact du granite avec le terrain schisteux, il rencontre ensuite plusieurs affleurements granitiques dans les provinces de Santiago et d'Aconcagua, et coupe l'axe des Andes tout près du Cerro Mercenario, où se montre encore le granite et où la chaîne des Andes éprouve une inflexion remarquable.

» Les dernières couches relevées parallèlement à cette direction sont des psammites qui alternent avec le schiste ardoisier, et dans lesquels j'ai trouvé quelques empreintes de fucus et de fougères, ce qui me porterait à croire qu'ils se rapportent au terrain devonien. Ce soulèvement viendrait ainsi se placer entre ceux du Hundsruck et de l'itacolumi, le premier correspondant aux schistes satinés du Chili et le second aux couches carbonifères du sud du Brésil.

» J'avais pensé pouvoir atteindre cette année le nouveau cratère du volcan de Chilian, mais les grandes fentes qui existaient encore dans le glacier m'en ont empêché ; l'éruption s'est prolongée jusqu'au commencement de février, où la lave coulait encore dans le fond de l'étroit canal qu'elle s'était ouvert au milieu du glacier, et n'avait point atteint la vallée de Santa-Gertruda. Vers la fin de mars le cône était couvert de neige, et l'on apercevait seulement, dans le nouveau cratère, quelques points où elle avait fondu, et d'où s'élevaient quelques jets de vapeur.

» Je compte partir dans quelques jours pour étudier la partie des Andes comprise entre les volcans d'Antuco et de Villarica. Les principales vallées de cette région correspondent encore au système dont je vous parlais dans ma dernière lettre, et qui se rapporte à l'époque de l'ouverture des premières bouches volcaniques. J'espère ainsi réunir de nouvelles données qui pourront servir à fixer sa direction avec plus d'exactitude. Je compte faire aussi quelques recherches sur les émanations gazeuses du volcan d'Antuco, et je m'empresserai de vous faire connaître les résultats qui me paraîtront avoir quelque intérêt. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions à périodes multiples;* *par* M. CASORATI.

« J'écris l'équation (5) comme il suit (*) :

$$(7)\quad z = lp\,\mathrm{mod}\,(1-Z) - \sqrt{2}\,lp\,\mathrm{mod}\left(1-\frac{1}{2}Z\right) + i\left[\arg(1-Z) - \sqrt{2}\arg\left(1-\frac{1}{2}Z\right)\right].$$

A une valeur de Z en correspond une double infinité de z, qui s'obtiennent de l'une d'entre elles par l'addition de quantités

$$i(2m\pi - 2m'\pi\sqrt{2}).$$

Z a pour périodes

$$\varpi = 2\pi,\quad \varpi' = -2\pi\sqrt{2}.$$

» La question dont la solution répond à tout ce qui nous importe est : « Un chemin quelconque étant donné pour z, déterminer le chemin corres- » pondant de Z. »

» On suit très-aisément les mouvements simultanés d'une variable et d'une fonction en calculant deux systèmes de lignes pour la fonction, qui correspondent à deux systèmes de lignes pour la variable, sans sortir desquelles celle-ci puisse passer d'un point à un autre quelconque de son plan. Je prends pour z les systèmes de droites parallèles aux axes (**). Alors les équations des systèmes de lignes correspondantes pour Z pourront se réduire aux suivantes :

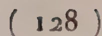
$$(10)\qquad \frac{1-2X+X^2+Y^2}{(4-4X+X^2+Y^2)^{\sqrt{2}}} = \frac{e^{2x}}{4^{\sqrt{2}}},$$

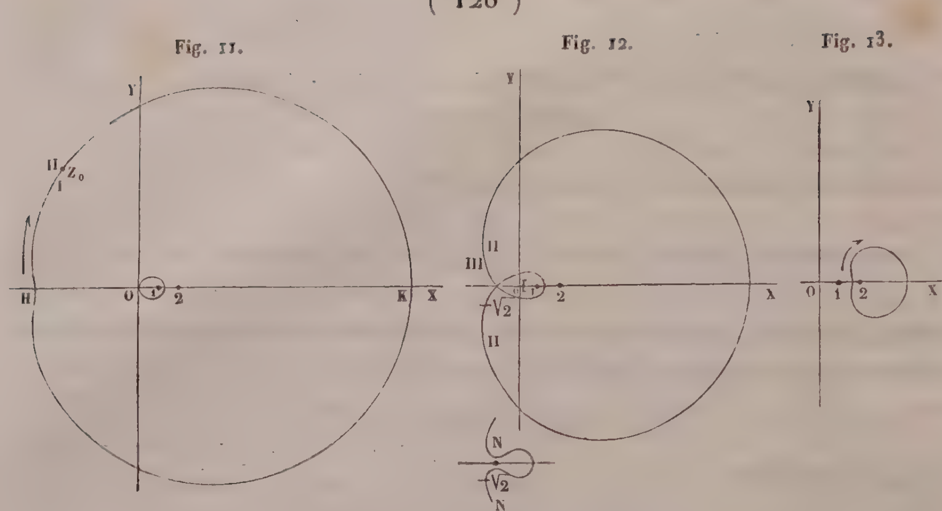
$$(14)\qquad T = \frac{\sin\sqrt{2}\,\Phi}{\sin(\sqrt{2}-1)\,\Phi}.$$

(*) Le logarithme naturel d'un nombre quelconque w a une infinité de valeurs, ayant toutes pour partie réelle le logarithme principal (celui des éléments) du module de w. Les parties imaginaires sont les produits de i par les arguments de w. C'est ce que j'entends exprimer par

$$lw = lp\,\mathrm{mod}\,w + i\arg w.$$

(**) Les axes réel et imaginaire seront désignés par $o1$ et oi. Quant à leur direction, ces signes en exprimeront les directions positives, les signes $-o1$ et $-oi$ les négatives.

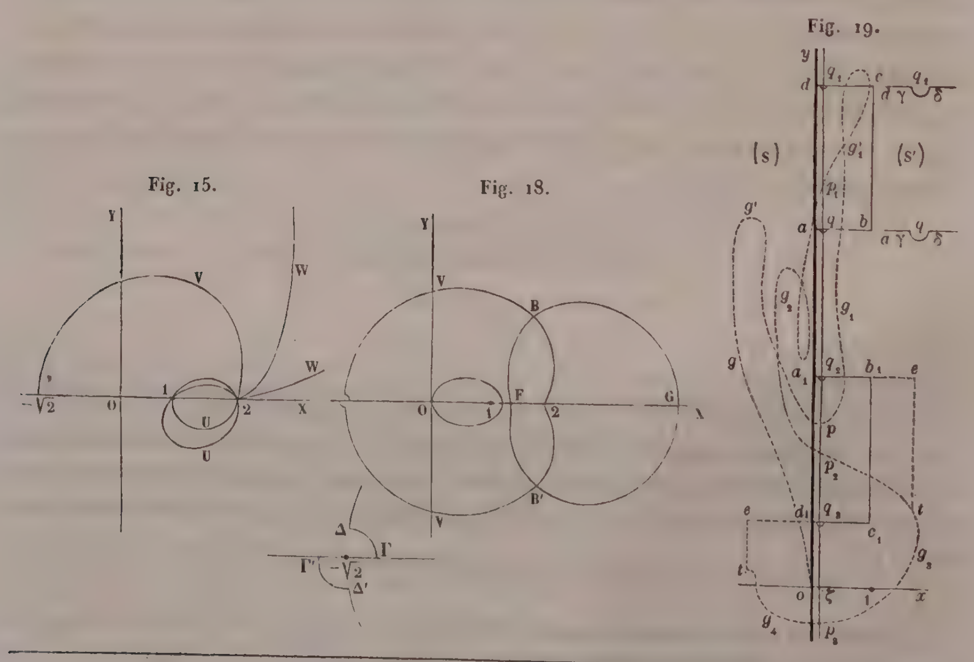




» L'équation (14) s'obtient facilement en supposant que y n'ait à recevoir que des valeurs de la forme

$$2m\pi - 2m'\pi\sqrt{2}.$$

T est le rayon vecteur, Φ l'anomalie, pour pôle on a pris le point 2, pour la direction de l'axe polaire la direction négative de l'axe réel (*).



(*) Les *fig.* 11, 12, 13 représentent trois des lignes (10). La ligne (12) a un point mul-

» Maintenant nous allons découvrir et discuter les points singuliers. Pour les découvrir, concevons z accomplissant un tour sur une très-petite courbe autour d'un point z_0. Elle traversera deux fois la droite $x = x_0$ très-près de z_0. Or, tant que x_0 n'est pas ζ, la ligne correspondante de cette droite n'a aucun point multiple; par conséquent Z, qui doit aussi deux fois traverser cette ligne très-près de Z_0, passera de I (*voyez* par exemple *fig.* 11) à II pour repasser aussitôt à I, se comportant en fonction monodrome. Mais lorsqu'on a simultanément

$$x_0 = \zeta, \quad Z_0 = -\sqrt{2},$$

alors Z traversera (12) deux fois, en passant par exemple de I à II et de II à III, d'où elle ne reviendrait à I qu'après deux tours de z. Z cesse donc d'être monodrome et prend deux valeurs différentes. Tous les points singuliers sont pourtant :

(16) $$\zeta + i(2m\pi - 2m'\pi\sqrt{2});$$

je les désignerai par $\zeta_{m,m'}$. Ils sont une double infinité de points placés dans la droite

(17) $$x = \zeta,$$

---

tiple, $-\sqrt{2}$; toute autre (10) n'en a aucun. Je désignerai par ζ l'x de (12), qui est approximativement 0,12505. Lorsque x croît de $-\infty$ à ζ, la plus petite des deux courbes [dont l'ensemble constitue la ligne (10)], n'étant d'abord qu'un point (le point 1), grandit peu à peu et devient la plus petite des courbes réunies (12). La plus grande, étant d'abord le lieu des points infiniment distants de zéro, se restreint peu à peu et devient la plus grande des (12). A partir de $x = \zeta$, il n'y a plus qu'une seule courbe continue, dans laquelle les espaces désignés N à part dans (12) se retrécissent de plus en plus, jusqu'à ce que la courbe devient comme (13), et qu'enfin, pour $x = \infty$, elle se réduit au seul point 2. Il est utile d'employer trois des lignes (10), telles que l'on ait respectivement $x <, =, > \zeta$. Pour (11), $x = 0$; pour (13), $x = 1$.

L'équation (14) donne une seule ligne comme correspondante d'une double infinité de parallèles à $o1$. Elle est symétrique par rapport à l'axe réel et comprend trois sortes de branches : la branche V (*fig.* 15) et sa symétrique; une infinité de branches (signées U, dont deux seules sont tracées dans la figure) qui partent de 2 et y reviennent en passant par 1; enfin une infinité de branches (W, dont aussi deux seules sont tracées) qui partent de 2 pour s'en éloigner indéfiniment. Les U (y compris les branches symétriques) sont en dedans, les W en dehors de l'espace renfermé par les deux V. La *fig.* 15 et les deux (18), (19) sont tracées à une échelle triple de celle de (11), (12), (13). Il est essentiel de remarquer cependant que l'équation (14) ne met pas en évidence toutes les branches de la ligne, et qu'aux branches U, V, W il faut ajouter l'axe réel de $-\infty$ squ'à 1.

sur laquelle ils peuvent être conçus se succédant à des distances moindres que toute grandeur donnée.

» Nous arrivons maintenant au fait le plus important dans l'analyse de notre cas, devant lequel tombe toute difficulté qu'on pouvait s'attendre à rencontrer pour raison de la proximité indéfinie des points (16). Il est vrai que z n'entraîne pas toujours Z à $-\sqrt{2}$, lorsqu'elle tend à un quelconque des points (16); mais que cela n'arrive que pour une certaine série de points (16) placés à des distances finies entre eux.

» Désignons par (s), (s') les deux parties du plan (z) séparées par la droite (17), et concevons z partant de o, et s'approchant pour la première fois d'un des points (16). Son chemin, compris dans (s) où est o, peut être censé réduit (sans franchir aucun point singulier) au chemin composé d'une portion de oi égale à l'ordonnée, et d'une portion de parallèle à $o1$ égale à l'abscisse du point (16) susdit. Or, z marchant sur oi, Z marche sur la petite des deux courbes (11) en accomplissant un tour [qui fait varier de 2π l'arg $(1 - Z)$] à chaque longueur 2π parcourue par z (*). Donc z arrivant au bout de l'ordonnée, Z arrivera en o ou dans un autre point de (11) selon que l'ordonnée aura ou non la forme $2m\pi$, c'est-à-dire selon que notre point (16) sera ou non de la série $\zeta_{m,o}$. Ensuite, z quittant oi pour s'approcher parallèlement à $o1$ du point (16), Z quittera la petite courbe (11), et dans le premier cas s'approchera de $-\sqrt{2}$ par l'axe réel, dans le deuxième elle marchera vers la petite courbe (12) par une U. Les points $\zeta_{m,o}$, qui se succèdent à la distance 2π, sont donc les seuls parmi les points (16) qui entraînent Z à $-\sqrt{2}$, lorsque z tend à l'un de ceux-ci pour la première fois. Je dirai que $\zeta_{m,o}$ sont les seuls points efficients dans le premier passage de z par (17).

» Maintenant concevons z passée de (s) en (s'), après avoir traversé (17) dans un point p différent de $\zeta_{m,o}$ (sans quoi le mouvement de Z resterait indéterminé), et cherchons les *points efficients* dans le retour de (s') en (s). Soient

(20) $$\zeta_{\mu-1,o}, \quad \zeta_{\mu,o}$$

les *points efficients* dans l'intervalle desquels est p. Le chemin conduisant z en (s') peut être censé réduit à celui qui se compose de l'ordonnée oa d'un

(*) Le discours acquiert plus d'évidence à l'aide de figures. La *fig.* 18 appartient à [Z]; on y voit la petite (11), les deux V, la (13). Il est bon de s'y imaginer aussi la grande (11), supprimée par l'espace. La *fig* 19 appartient à [z].

point (20) (que je nomme q et que je suppose dès à présent ici, et pareillement dans la suite, celui qui succède à p dans le sens oi, de sorte que $q = \zeta_{\mu,o}$), de $a\gamma$ parallèle à $o1$, d'une courbe infiniment petite $\gamma\delta$, et de δb dans le prolongement de $a\gamma$. Tel étant le chemin de z, on voit sur-le-champ que Z décrira μ fois la petite courbe (11), marchera par l'axe réel jusqu'à Γ, décrira la courbe infiniment petite ΓΔ (*) et marchera par V à la rencontre B de la ligne (10), pour laquelle $x =$ abscisse de b.

» Or, pour voir quels sont les *points efficients*, je conduis z de b vers un point (16) par le chemin composé de deux droites, telles que bc et cd. Marchant z sur bc, Z marchera sur BFB′G ; ensuite z marchant sur cd, Z marchera sur une branche de (15), sur laquelle elle atteindra (12) lorsque z parviendra au point (16) que l'on a fixé. Or Z n'atteindra (12) au point $-\sqrt{2}$, à moins que la branche de (15) soit une des V, c'est-à-dire à moins que Z abandonne BFB′G en B ou B′. Mais, pour l'abandon en B, il faut que la différence bc entre les ordonnées de c et $\zeta_{\mu,o}$ soit de la forme $2m'\pi\sqrt{2}$, et pour l'abandon en B′ que la différence entre l'ordonnée de c et celle de $\zeta_{\mu-1,o}$ soit de cette forme. Les *points efficients*, dans le deuxième passage, sont donc $\zeta_{\mu,m'}$ (indiqués par l'abandon en B) et $\zeta_{\mu-1,m'}$ (par l'abandon en B′). On les marquerait sur (17) en répétant indéfiniment la longueur ϖ' à partir de tous les deux points (20).

» La route à suivre dans la recherche des *points efficients* dans les passages ultérieurs est maintenant suffisamment indiquée pour me permettre d'en présenter ici tout de suite les résultats (**) :

» 1° Les points efficients, dans un passage de (s') en (s), sont ceux où tombe successivement le terme de la longueur ϖ' répétée indéfiniment sur (17), à partir de tous les deux points efficients entre lesquels s'effectua le passage précédent de (s) en (s').

» 2° Les points efficients, dans un passage de (s) en (s'), sont ceux où tombe successivement le terme de l'intervalle (de longueur ϖ ou $\varpi' - \varpi$) dans lequel s'effectua le passage précédent de (s') en (s), répété indéfiniment sur (17). »

(*) ΓΔ correspond à $\gamma\delta$ et pourrait se retenir un quart de circonférence, si $\gamma\delta$ en était une moitié. Pour plus de clarté, on a représenté ΓΔ aussi à part et agrandie dans (18), comme deux des courbes $\gamma\delta$ dans (19).

(**) Il est toujours par la considération des variations $2\pi\sqrt{2}$, 2π, 2π, $2\pi(\sqrt{2}-1)$, que y subit pendant que Z parcourt BFB′G, B′B, *la petite* (11), *la grande* (11), que l'on trouve promptement les *points efficients* pour tout passage. Du reste, si notre but eût été purement d'obtenir ces résultats, nous aurions pu y arriver plus promptement encore.

SPECTROSCOPIE. — *Note sur la raie spectrale du thallium; par* **M. J. Nicklès.**

« J'ai trouvé qu'il y a des combinaisons thalliques qui ne possèdent pas la propriété de colorer la flamme en vert et de développer la raie spectrale caractéristique : ce sont les combinaisons contenant du sodium et notamment du chlorure de sodium. Par sa flamme et sa raie jaunes, ce chlorure occulte complétement la raie verte.

» Si le chlorure de thallium est insoluble dans l'eau froide, il ne l'est pas dans de l'eau saturée de chlorure de sodium. Par exemple, en versant de celle-ci dans de l'acétate de thallium, il se forme bien un précipité de chlorure de thallium, mais les eaux mères retiennent une notable proportion de ce dernier, sans plus colorer en *vert* la flamme du gaz.

» Si donc, parmi les raies du spectre solaire, on n'a pas observé celle qui caractérise le thallium, rien ne prouve que ce métal n'existe pas dans le soleil comme on l'avait pensé; car si on n'y en a pas trouvé, on y a constaté la présence du sodium dont la présente Note a pour objet de constater l'action paralysante, lorsque ce métal se trouve dans une certaine proportion.

» Cette incompatibilité entre la raie du thallium et celle du sodium doit également être prise en grande considération, dans les recherches toxicologiques ou médico-légales ayant le thallium pour objet, car, lorsqu'il est engagé dans des tissus ou des liquides animaux, il peut se trouver en présence de combinaisons sodiques, en quantité suffisante pour annuler son action sur la flamme, et dès lors pour faire croire à l'absence de ce métal si vénéneux.

» De même aussi, si on veut rechercher cet intéressant corps simple dans des eaux minérales, des eaux mères et, en général, des eaux salées contenant du chlorure de sodium en excès, il faudra commencer par le dégager de sa gangue sodique, par l'un ou l'autre des moyens indiqués par M. Lamy, et consistant soit dans le déplacement au moyen du zinc pur, soit dans l'extraction à l'aide de la pile, soit enfin par précipitation au moyen du sulfhydrate d'ammoniaque ou de l'iodure de potassium.

» Relativement à ce dernier, je me suis assuré que les liquides qui tiennent du chlorure ou du bromure de thallium en dissolution sont précipités par l'iodure de potassium, qui donne ainsi lieu à de l'iodure de thallium d'un beau jaune, insoluble dans l'iodure précipitant, mais passablement soluble dans l'eau distillée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Examen chimique de l'huile volatile de muscade.* Note de **M. J. Cloez**, présentée par M. Chevreul.

« La noix muscade doit son odeur aromatique et ses propriétés excitantes à une huile volatile assez abondante qui n'a pas encore été étudiée chimiquement.

» Pour extraire cette huile on peut faire bouillir la muscade concassée avec de l'eau dans un alambic ordinaire; mais on n'obtient par ce procédé qu'une partie de l'essence contenue dans le fruit. Un moyen préférable consiste à traiter la noix muscade, réduite en poudre grossière, par le sulfure de carbone ou l'éther sulfurique, dans un appareil à épuisement quelconque, à chasser ensuite le dissolvant employé par la distillation au bain-marie et à chauffer le résidu butyreux de l'évaporation à 200 degrés au bain d'huile, ou mieux encore à faire arriver dans ce résidu un courant de vapeur qui en entraînant toute l'essence l'amène dans un récipient refroidi où elle se condense.

» L'essence de muscade ainsi préparée ne constitue pas une espèce chimique définie; soumise à l'action de la chaleur dans une cornue, elle commence à bouillir vers 160 degrés; le thermomètre monte assez rapidement à 168 degrés où il reste longtemps stationnaire, finalement il s'élève jusqu'à 210 degrés.

» Il passe environ les $\frac{95}{100}$ du poids total du liquide au-dessous de 175 degrés; le produit distillé a toutes les propriétés d'un hydrocarbure que l'on obtient tout à fait pur en le traitant d'abord à froid par quelques fragments de potasse caustique et en le distillant ensuite sur une petite quantité de sodium pour le débarrasser des traces d'un composé oxygéné qui en altère sensiblement la pureté.

» L'essence rectifiée est un liquide incolore très-fluide que ne concrète pas un froid de -18 degrés; sa densité à l'état liquide est égale à 0,8533 à 15 degrés; la densité de sa vapeur prise à 244 degrés a été trouvée égale à 4,866; elle bout régulièrement à 165 degrés et distille entièrement sans éprouver aucune altération; elle dévie le plan de polarisation des rayons lumineux vers la gauche; son pouvoir rotatoire moléculaire est égal à $-13°,5$.

» Elle a une odeur qui rappelle celle de la muscade; quand elle est délayée, cette odeur se rapproche de celle de l'essence de citron; sa saveur est âcre et brûlante.

» La composition de l'essence de muscade est la même que celle de

l'huile volatile de térébenthine; l'analyse élémentaire a fourni 87,664 de carbone et 11,814 d'hydrogène pour 100 parties du liquide; la composition de l'huile volatile de térébenthine donne aussi pour 100 parties 88,2 de carbone et 11,8 d'hydrogène. La détermination de la densité de vapeur a servi de contrôle à la formule $C^{20}H^{16}$ qui représente cette composition; en effet, l'expérience a donné le nombre 4,866 pour cette densité, et le calcul conduit au nombre 4,7144 pour la densité théorique de $C^{20}H^{16}$ représentant 4 volumes de vapeur.

» Exposé à l'air dans une cloche sur le mercure, l'huile volatile de muscade absorbe lentement l'oxygène en perdant de sa fluidité; elle est attaquée vivement par le chlore avec dégagement d'acide chlorhydrique; elle se transforme en un produit chloré visqueux non cristallisable; le brome agit comme le chlore.

» L'eau dissout une petite quantité d'huile volatile de muscade; l'alcool absolu la dissout complétement. Un mélange d'essence, d'alcool et d'acide nitrique, abandonné à lui-même pendant quatre mois, n'a pas fourni de cristaux d'hydrate; c'est un premier caractère chimique qui distingue cette essence de l'huile volatile de térébenthine.

» L'acide azotique attaque violemment l'essence de muscade : il y a dégagement de vapeurs rutilantes, et le produit final de la réaction renferme de l'oxalate d'ammoniaque et plusieurs autres composés qui n'ont pas été examinés.

» L'acide sulfurique concentré dissout l'essence en se colorant en brun; si l'on chauffe le mélange, il se dégage de l'acide sulfureux.

» En faisant arriver lentement un courant de gaz acide chlorhydrique dans l'essence froide, l'acide est absorbé en grande quantité; il y a combinaison et formation d'un chlorhydrate liquide bien défini, mais on n'obtient pas de chlorhydrate solide comme avec l'essence de térébenthine; c'est encore un caractère chimique distinctif qu'il est bon de noter.

» Cette combinaison chlorhydrique liquide bout à 194 degrés, et distille à cette température sans éprouver d'altérations à l'état de pureté. C'est un liquide fluide, incolore, doué d'une odeur aromatique peu agréable, analogue à celle du camphre solide de térébenthine; il est plus léger que l'eau, sa densité à 15 degrés est égale à 0,9827; il n'exerce aucune action sur le plan de polarisation de la lumière.

» Sa composition doit être représentée par la formule

$$C^{20}H^{16}, HCl.$$

C'est donc un monochlorhydrate résultant de la combinaison de volumes égaux de l'hydracide et de l'hydrocarbure supposé gazeux.

» Les résultats numériques trouvés par l'analyse élémentaire confirment cette formule, ils se rapprochent beaucoup des nombres calculés; on a, en effet :

	Expérience.	Calcul.
Carbone	69,99	59,56
Hydrogène	10,25	9,86
Chlore	19,57	20,58
	99,81	100,00

» Le chlorhydrate de l'huile volatile de muscade se décompose très-lentement à la température de 160 degrés; par une solution alcoolique de potasse, il se forme du chlorure de potassium, de l'eau, et l'hydrocarbure primitif se trouve régénéré; le monosulfure de potassium en dissolution dans l'alcool se décompose de même sans former le composé sulfuré $C^{20}H^{16}, HS$; avec l'ammoniaque il est également décomposé sans formation d'aucun produit azoté.

» En résumé, l'huile volatile de muscade est un produit bien défini, isomère de l'essence de térébenthine, avec laquelle on ne doit cependant pas la confondre, car elle en diffère complétement par plusieurs caractères chimiques importants. L'hydrocarbure retiré de l'essence de thym et désigné sous le nom de *thymène* s'en rapproche davantage; mais comme il paraît être sans action sur le plan de polarisation de la lumière, on ne peut pas admettre non plus, dans l'état actuel de la science, l'identité de ce produit avec celui que nous avons examiné. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'existence de plusieurs acides gras odorants et homologues dans le fruit du* Gingko biloba. Note de **M. A. Béchamp**, présentée par M. Chevreul.

« Il existe dans le Jardin des Plantes de Montpellier un arbre singulier, un individu de l'espèce *Gingko biloba*, que l'on a rendu monoïque par la greffe. En 1858, pendant que l'on en récoltait les fruits, je fus frappé de l'odeur pénétrante que leur pulpe répandait. Cette odeur me rappelait celle des acides valérique (phocénique) et butyrique réunis, mais où dominait manifestement pour moi l'odeur du premier de ces acides. Je distillai cette année-là une partie de la récolte et ne tardai pas à y reconnaître, outre l'acide butyrique qui y domine, l'acide acétique et un peu d'un acide moins

volatil que le valérique : l'année suivante j'ai pu reconnaître que l'acide le moins volatil devait être le caproïque (1). De l'acide acétique au caproïque la série homologue serait complète, s'il n'y manquait l'acide propionique, que l'on n'a pas encore rencontré normalement dans les produits naturels. C'est à cause de la poursuite de cet acide que j'ai tant tardé à publier ce travail. D'ailleurs, l'acide acétique, entre autres, méritait particulièrement d'être caractérisé. Les auteurs admettent, à la vérité, que cet acide existe, quoique en petite quantité, dans le règne végétal; mais on ne paraît pas encore avoir cité une source végétale qui le fournisse un peu abondamment, et, si l'on note que l'on a confondu plusieurs acides avec lui, on comprendra l'insistance que j'ai mise à l'isoler et à le caractériser.

» Peschier s'était déjà occupé des fruits de cet arbre : il en avait extrait un acide qu'il nomma *gingkoïque*. Trommsdorff pensait que l'acide en question n'était que de l'acide acétique impur.

» Le fruit du Gingko est de la grosseur d'une petite prune et se compose d'une enveloppe charnue assez épaisse, d'un noyau et d'une amande contenant un endosperme farineux. L'enveloppe charnue fournit une pulpe presque liquide d'où l'on extrait un suc à peine coloré, franchement acide et possédant l'odeur pénétrante dont j'ai parlé.

» Je donne dans mon Mémoire le procédé que j'ai suivi pour distiller le jus des fruits du Gingko et les méthodes de séparation des acides volatils que le procédé distillé contient. En appliquant la méthode des distillations fractionnées combinée à celle de M. Chevreul, je suis parvenu à séparer et à caractériser avec certitude : l'acide formique, l'acide acétique, l'acide butyrique et l'acide caproïque, qui sont les acides dominants; à reconnaître l'acide valérique, qui n'y existe qu'en petite quantité, et à isoler un acide qui possède les propriétés de l'acide propionique. Cet acide formait en effet un sel de soude incristallisable et un sel d'oxyde de plomb également incristallisable, de saveur douce et se réduisant par évaporation en un résidu gommeux extrêmement soluble dans l'eau.

» *Chlorure de caproïle* : $C^{12}H^{11}O^{2}Cl$. — J'ai profité de l'occasion pour préparer, avec une partie de l'acide caproïque que j'ai obtenu, le *chlorure de caproïle*, par le procédé que j'ai publié (*Comptes rendus*, t. XLII, p. 224),

---

(1) Ces faits ont été communiqués à plusieurs savants de Montpellier dès 1859. M. Ch. Martins a bien voulu le rappeler à la Société d'Agriculture, lorsque M. Chevreul annonça, en 1861, l'existence de l'acide butyrique dans les mêmes fruits, ce que l'illustre Académicien a bien voulu rappeler à son tour dans la Note des *Comptes rendus*, t. LIII, p. 1225.

et qui consiste à traiter l'acide monohydraté par le protochlorure de phosphore. Le chlorure de caproïle est un liquide incolore, très-mobile, d'une odeur désagréable, fumant beaucoup moins à l'air que celui de butyryle et même que celui de valéryle, d'une densité très-peu supérieure à celle de l'eau, car il descend lentement dans ce liquide pour s'y détruire en acide chlorhydrique et acide caproïque hydraté, à la façon de ses homologues, quoique avec plus de lenteur, comme on pouvait le prévoir. Son point d'ébullition est situé entre 136 et 140 degrés; mais à chaque rectification une petite quantité se décompose, et ce qui reste dans la cornue répand une odeur suave et éthérée. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'action de l'oxygène et des vins; par* **M. E.-J. Maumené.**

« Depuis que l'on connaît le vin, tout le monde sait qu'une petite quantité de ce liquide, agitée pendant un quart d'heure dans une bouteille avec neuf fois son volume d'air, éprouve une modification plus ou moins prononcée de son bouquet. Pendant longtemps il a été naturel d'attribuer cet effet à l'oxygène ; mais on n'en a pas donné la preuve. Depuis que j'ai prouvé que l'oxygène pur, même à 8 atmosphères, n'exerce aucune action sensible sur le vin, même au bout d'une année, il faut chercher une autre explication. M. Berthelot me semble ne pas le comprendre ; il me sera sans doute permis alors d'insister. »

M. Michaux adresse de Villers-Cotterets (Aisne) une courte Note sur un gisement d'ossements, en apparence fossiles, qui a été découvert, à peu de distance de cette ville, en ouvrant une tranchée pour l'établissement d'un chemin de fer. Cette couche, située à $1^m,50$ au-dessous de la surface du sol et dont l'épaisseur est de $0^m,40$ environ, offre, parmi des débris difficiles à caractériser, de nombreuses dents dont quelques-unes assez bien conservées; une de celles qu'il a pu se procurer et qui était bien entière lui a semblé pour la forme reproduire une dent de Cerf, mais appartenant à un individu qui devait avoir la taille du Cheval. M. Michaux a joint à sa Note une figure de cette dent de la grandeur de l'original.

(Renvoi à M. Valenciennes qui jugera s'il y a lieu de demander à l'auteur de plus amples renseignements.)

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en comité.

COMITÉ SECRET.

PRIX D'ASTRONOMIE.

FONDATION LALANDE.

Rapport sur le Concours de l'année 1863.

(Commissaires, MM. Laugier, Delaunay, Liouville, Le Verrier, Mathieu rapporteur.)

« Les quatre petites planètes, Cérès, Pallas, Junon et Vesta, ont été découvertes dans les sept premières années de ce siècle. C'est trente-huit ans plus tard, en 1845, que M. Hencke, de Driessen, en Prusse, découvrit la planète Astrée. Un an et demi après, il découvrait encore la petite planète Hébé. Cette double découverte ramena l'attention des astronomes sur la recherche des astéroïdes qui circulent entre Mars et Jupiter. Depuis cette époque, chaque année la science s'est enrichie de nouvelles planètes. Plusieurs savants eurent l'idée de construire des cartes plus détaillées que celles de l'Académie de Berlin, les seules dont on faisait usage. Parmi ceux qui se sont occupés de ce genre de travail nous devons citer M. Valz, ce digne vétéran de la science. Il entreprit la construction de cartes célestes, et, dans ses projets, il fut puissamment secondé par M. Chacornac, qu'il s'était attaché comme adjoint à l'Observatoire de Marseille. M. Chacornac montra une grande activité dans l'exploration du ciel étoilé et dans la réunion d'immenses matériaux qui devaient le conduire, plus tard, à la confection de nouvelles cartes célestes. Il vint, en 1854, continuer son travail à l'Observatoire de Paris. Plusieurs livraisons de son Atlas écliptique ont été publiées de 1855 à 1863 par ce grand établissement. L'exactitude de ces cartes a été constatée par les astronomes qui s'en sont servis dans la recherche des petites planètes, et sous le rapport de l'exécution, elles ne laissent rien à désirer. La sixième livraison, qui a été présentée à l'Académie dans la séance du 9 février 1863, renferme plus de 12 000 étoiles.

» Nous rappellerons ici que, tout en construisant ses cartes, M. Chacornac a découvert sept petites planètes, et qu'au mois d'avril 1863 il a fait connaître à l'Académie le phénomène curieux d'une nébuleuse variable dans la constellation du Taureau.

Conclusions.

» La Commission propose à l'Académie de décerner le prix d'Astronomie fondé par Lalande à **M. Chacornac**, pour les belles et importantes cartes

célestes qu'il a construites avec tant de soins, et qui sont d'un si grand secours pour les explorateurs du ciel étoilé. »

Les conclusions du Rapport sont adoptées par l'Académie.

La séance est levée à 5 heures et demie. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 11 janvier 1864 les ouvrages dont voici les titres :

Le jardin fruitier du Muséum; par M. J. DECAISNE. 66e livraison in-4°.

Causeries scientifiques, découvertes et inventions, progrès de la science et de l'industrie; par Henri DE PARVILLE. 3e année, 1863. Paris, 1864; vol. in-12. Présenté au nom de l'auteur par M. Fremy.

Pont sur le Rhin à Kehl. Détails pratiques sur les dispositions générales et l'exécution de cet ouvrage d'art; par MM. Émile VUIGNER et Fleur SAINT-DENIS. Paris, 1861; vol. in-4°, avec atlas in-fol.

Docks-Entrepôts de la Villette. Détails pratiques sur les diverses constructions de cet établissement; par M. Émile VUIGNER. Paris, 1861; vol. in-4°, avec atlas in-fol.

Rivière et canal de l'Ourcq. Mémoire relatif aux travaux exécutés pour améliorer le régime des eaux sur la rivière et le canal de l'Ourcq, et pour rendre ces cours d'eau navigables; par le même. Paris, 1862; vol. in-4°, avec atlas in-fol.

Embranchement du camp de Châlons. Mémoire relatif aux travaux exécutés pour l'établissement de l'embranchement du camp de Châlons. Chemin de fer de 25 kilomètres construit en 65 jours; par le même. Paris, 1863; in-4°, avec atlas in-fol.

Les quatre ouvrages qui précèdent sont présentés par M. Morin.

Mémoire sur le ganglion encéphalique du grand sympathique; par A. BAZIN. Bordeaux, 1863; in-8°.

Mémoire sur le poids atomique du thorium et sur la formule de la thorine; par M. Marc DELAFONTAINE. (Extrait de la *Bibliothèque universelle et Revue suisse.*)

Notice sur les trois chefs touaregs qui sont venus à Paris; par M. le Dr BON-

NAFONT. (Extrait des *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris.*) Paris, 1863; in-8°.

Carte géologique et agronomique du département de l'Isère; par M. Scipion GRAS. 1re feuille : Terrains géologiques ; 2e feuille : Terrains agricoles; 3e feuille : Régions agricoles altitudinales; 4e feuille : Groupes des cultures. Paris, 4 cartes in-fol.

Verhandlungen... *Compte rendu des séances de l'Institut impérial et royal géologique de Vienne* (séance du 3 novembre 1863). Discours du directeur, M. W. Haidinger. Hommage de M. Haidinger à l'Académie.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, 7e série, t. IV, n° 10. *Sur la structure et la géologie du Daghestan; par* H. ABICH. Saint-Pétersbourg, 1862; in-4°, avec planches.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, 7e série, t. IV, n° 11 et dernier. *Anabasearum revisio, auct.* Al. BUNGE. Petropoli, 1862; in-4°, avec planches.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, t. IV, nos 7, 8 et 9; t. V, nos 1 et 2. Saint-Pétersbourg; 5 livraisons in-4°.

Jahresbericht... *Compte rendu annuel fait à la Commission de surveillance de l'Observatoire Nicolas par le directeur* (M. O. STRUVE), *le* 14 *juin* 1863; suivi des Statuts de l'Observatoire Nicolas et du règlement ministériel. Saint-Pétersbourg, 1863; br. in-8°. (Traduit du russe en allemand.)